COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-CINQUIÈME.

JUILLET - DÉCEMBRE 1877.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1877

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUILLET 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de Sa Majesté *don Pedro d'Alcantara* à la place d'Associé étranger, devenue vacante par suite du décès de M. *Ehrenberg*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la génération de la courbe méridienne d'une surface de révolution dont la courbure moyenne varie suivant une loi donnée.* Note de **M. H. Resal**.

« Dans une Note insérée au *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (1841), notre éminent et bien regretté confrère, M. Delaunay, a démontré synthétiquement que la courbe méridienne d'une surface de révolution dont la courbure moyenne est constante est le lieu géométrique du foyer d'une conique qui roule sur une droite. M. Plateau s'est principalement inspiré de ce théorème lorsqu'il a entrepris ses belles recherches expérimentales sur la forme que prennent les liquides lorsqu'ils sont soustraits à l'action de forces extérieures.

» Dans cette Note, comme l'indique son titre, j'ai cherché à donner de l'extension au théorème de M. Delaunay, et cela par des considérations cinématiques et analytiques.

» Soient, à un instant donné,

m le point de contact de la courbe roulante (A) avec la droite directrice;
C le centre de courbure de (A);
ρ le rayon de courbure mC;
O le point décrivant;
r la normale Om, et R le rayon de courbure de la courbe (B) décrite par ce point;
α l'angle formé par Om avec mC;
I la projection de C sur Om;
ω la vitesse angulaire, censée constante, de (A).

» On sait, et il est facile de le vérifier, que C est le centre des accélérations de (A).

» L'accélération $\omega^2 \times$ OC de O donne la composante normale $\omega^2 \times$ OI; mais cette composante a aussi pour expression $\frac{\omega^2 \times \mathrm{O}m^2}{\mathrm{R}}$; on a donc la relation

$$\frac{\mathrm{OI}}{r^2} = \frac{1}{\mathrm{R}}$$

ou

$$(1) \qquad \frac{1}{\mathrm{R}} + \frac{1}{r} = \frac{2}{r} - \frac{\rho \cos\alpha}{r^2},$$

en remarquant que

$$\mathrm{OI} = r - \rho\cos\alpha.$$

Si nous désignons par $\frac{1}{k}$ la courbure moyenne $\frac{1}{\mathrm{R}} + \frac{1}{r}$ de la surface de révolution qui serait engendrée par (B), nous aurons

$$(2) \qquad \frac{\rho\cos\alpha}{r} = 2 - \frac{r}{k}.$$

Supposons, par exemple, que (A) soit une ellipse dont O serait le foyer; on a

$$\rho = \frac{b^2}{a}\cos^3\alpha, \quad r\cos\alpha(2r - r)\cos\alpha = b^2,$$

d'où

$$\frac{\rho\cos\alpha}{r} = \frac{b^2}{ar\cos^2\alpha} = \frac{r(2a - r)}{ar} = 2 - \frac{r}{a},$$

et la formule (2) donne, par suite, $k = a$, conformément au théorème de M. Delaunay.

» Dans le cas d'une hyperbole, on reconnaît facilement que $a = -k$.

» Soient maintenant Ox une droite tracée dans le plan de (A), T son intersection avec la tangente en m à cette courbe, θ l'angle formé par Om avec Ox. On a

$$\widehat{mTx} = 90^\circ - \alpha + \theta\, d.\widehat{mTx} = d\theta - d\alpha,$$

$$\rho \cos\alpha = \frac{ds \cos\alpha}{d\theta - d\alpha} = \frac{r d\theta}{d\theta - d\alpha},$$

èt l'équation (2) devient

$$\frac{d\alpha}{d\theta} = 1 + \frac{k}{r - 2k}. \tag{3}$$

Si $\frac{k}{r}$ est uniquement fonction de θ, l'équation (3) fera connaître α en fonction de cette variable, et la relation

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{1}{r}\frac{dr}{d\theta} \tag{4}$$

permettra d'obtenir r.

» Supposons maintenant que u soit uniquement fonction de r, et posons

$$u = \operatorname{tang}\alpha = \frac{1}{r}\frac{dr}{d\theta}; \tag{5}$$

nous aurons

$$\frac{d\alpha}{dr} = \frac{1}{1 + u^2}\frac{du}{dr},$$

$$\frac{d\alpha}{d\theta} = \frac{1}{1 + u^2}\frac{du}{dr}\frac{dr}{d\theta} = \frac{ru}{1 + u^2}\frac{du}{dr}.$$

L'équation (3) donne

$$\frac{1}{(1 + u^2)}\frac{du^2}{dr} = \varphi, \tag{6}$$

en faisant

$$\varphi = 2\left[\frac{1}{r} + \frac{k}{r(r - 2k)}\right] = \frac{1}{r} + \frac{1}{r - 2k}. \tag{7}$$

Si C représente une constante arbitraire, l'intégrale de l'équation (6) est

$$u^2 + 1 = Ce^{\int \varphi dr}. \tag{8}$$

L'équation (5) fera alors connaître θ en fonction de r.

» Si k est constant, on a

$$u^2 + 1 = Cr(r - 2k),$$
$$u = \sqrt{Cr(r - 2k) - 1},$$
$$(9) \qquad d\theta = \frac{1}{r} \frac{dr}{\sqrt{Cr(r - 2k) - 1}}.$$

En posant $r = \frac{1}{z}$, on trouve

$$d\theta = -\frac{dz}{\sqrt{C + C^2k^2 - (z + Ck)^2}},$$

d'où

$$\theta + \varepsilon = \arc\cos \frac{z + Ck}{\sqrt{C + C^2k^2}},$$

$$r = \frac{-\frac{1}{Ck}}{1 - \sqrt{1 + \frac{1}{Ck^2}} \times \cos(\theta + \varepsilon)},$$

équation d'une conique rapportée à un foyer et dont le demi-grand axe est $\pm k$, ce qui est une seconde vérification du théorème de M. Delaunay.

» Pour la surface capillaire de révolution, on devra supposer

$$\frac{1}{k} = \frac{r\cos\alpha}{h^2} + \frac{1}{\gamma} = \frac{r}{h^2\sqrt{1 + u^2}} + \frac{1}{\gamma},$$

h et γ étant deux constantes. L'équation (6) donne alors

$$\frac{1}{1 + u^2} \frac{du^2}{d\theta} = \frac{1}{\gamma} + \frac{r\gamma + h^2\sqrt{1 + u^2}}{h^2\sqrt{1 + u^2}(r - 2\gamma) + r^2\gamma},$$

équation qu'il me paraît impossible d'intégrer, même dans le cas de $\gamma = \infty$. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur le chloral anhydre et sur son hydrate.* Note de M. BERTHELOT.

« 1. J'ai mesuré les quantités de chaleur dégagées, par la dissolution dans l'eau, du chloral et de son hydrate, par la réaction des alcalis sur ces deux corps et sur le chloral insoluble, les chaleurs spécifiques du chloral et de son hydrate, la chaleur de fusion de ce dernier, enfin les chaleurs de vaporisation des deux corps. On tire de ces données la chaleur dégagée

par la combinaison du chloral et de l'eau à toute température, et dans les trois états solide, liquide et gazeux.

» 2. *Dissolution*. — J'ai trouvé :

$C^4HCl^3O^2$ anhydre (1 partie + 80 parties d'eau) + eau à 16°, a dégagé : + 12,06 et + 11,82; moyenne : + 11,88 pour 147gr,5.

La dissolution du chloral anhydre n'est pas instantanée; mais elle exige une agitation prolongée. Au contraire, la dissolution de l'hydrate pulvérisé est immédiate.

» $C^4HCl^3O^2, H^2O^2$, en gros cristaux bien formés, préparés depuis plusieurs mois, étant dissous dans l'eau (1 p. d'hydrate + 80 p. d'eau), à 15°,1, pour 165gr,5, a absorbé : — 0,20; à 15°,9, — 0,25; à 17°,5, — 0,40; à 22 degrés, — 0,84; soit, à la température t: $-0{,}09(t-13)$. Vers 13 degrés, on aurait une valeur nulle, et positive au-dessous. Ces variations indiquent que la chaleur spécifique de la dissolution est supérieure à la somme de celles des corps qui la composent.

» Ces nombres ne s'appliquent qu'à un hydrate très-pur, bien cristallisé et préparé depuis quelques mois; je les ai retrouvés sur un autre échantillon, acheté chez M. Merck il y a quatre ans. Mais, pour peu que l'hydrate renferme un excès soit de chloral, soit d'eau, il développe de la chaleur; ce qui arrive, par exemple, avec un hydrate ayant attiré l'humidité atmosphérique : la solution sirupeuse de ce corps développe, en effet, de la chaleur lorsqu'on l'étend d'eau. On obtient également de la chaleur avec un hydrate récemment fondu, lequel n'a pas dégagé toute sa chaleur de fusion; même au bout de plusieurs jours, il peut en retenir encore un dixième, comme on le constate en ramenant ce corps à un état final identique par la dissolution. En présence de ces faits, j'ai jugé utile de vérifier si les dissolutions mêmes du chloral et de son hydrate arrivent tout d'abord à un état identique. On y parvient par l'action des alcalis.

» 3. *Action des alcalis*. — On sait que la potasse aqueuse décompose le chloral en formiate et chloroforme

$$C^4HCl^3O^2 + KO,HO = C^2HKO^4 + C^2HCl^3.$$

» M. Personne a reconnu que cette réaction a lieu à froid et suivant des proportions équivalentes : mes essais alcalimétriques confirment à $\frac{1}{200}$ près son observation.

» J'ai mesuré en même temps la chaleur dégagée par cette réaction de la

potasse ($1^{éq} = 2^{lit}$), opérée sur du chloral qui venait d'être dissous à l'instant même dans 100 fois son poids d'eau, à 16 degrés. J'ai trouvé, le chloroforme restant complétement dissous dans l'eau :

Dissolution de chloral anhydre pur $C^4HCl^3O^2$	+ 13,22	
» d'hydrate de chloral très-pur	+ 13,11	Moyenne
» » de Merck (datant de 4 ans)	+ 13,12	+ 13,15
» » fondu récemment	+ 13,12	
» » vaporisé et condensé directement dans l'eau	+ 13,16	

La concordance de ces nombres prouve l'identité des dissolutions. En outre, ces nombres ne s'écartent pas sensiblement de la chaleur dégagée par l'union de l'eau avec l'acide formique étendu (+ 13,3); il en résulte que la réaction

$$C^4HCl^3O^2 \text{ dissous} + H^2O^2 = C^2H^2O^4 \text{ dissous} + C^2HCl^3 \text{ dissous}$$

ne produit ni n'absorbe une quantité sensible de chaleur.

» J'ai trouvé d'ailleurs pour la dissolution du chloroforme

C^2HCl^3 (1 partie + 160 p. d'eau) + eau, à 16°, dégage : + 2,17.

On en conclut :

	Cal
$C^4HCl^3O^2$ dissous + H^2O^2 liq. = C^2HCl^3 isolé + $C^2H^2O^4$ dissous	− 2,3
$C^4HCl^3O^2,H^2O^2$ cristallisé = C^2HCl^3 isolé + $C^2H^2O^4$ cristallisé	0
$C^4HCl^3O^2$ anhydre + H^2O^2 liq. = C^2HCl^3 isolé + $C^2H^2O^4$ liquide	+ 9,5
$C^4HCl^3O^2$ gaz + H^2O^2 gaz = C^2HCl^3 gaz + $C^2H^2O^4$ gaz	+14,2 environ.

» 4. *Chloral insoluble.* — J'ai encore mesuré la chaleur développée lorsqu'on décompose à froid le chloral insoluble par la potasse étendue. En opérant avec un échantillon aussi pur que possible, que M. Personne a bien voulu me donner, la réaction est immédiate. L'essai alcalimétrique de la liqueur a montré que 100 parties de matières renfermaient 98,6 de chloral insoluble réel.

$(C^4HCl^3O^2)$ insoluble + KO, HO étendue
= C^2HCl^3 dissous + C^2HKO^4 dissous, dégage : + 16,16,

au lieu de 11,88 + 13,15 = 25,03 dégagées par le chloral pur. D'où il suit que le changement du chloral anhydre en insoluble dégage : + 8,87.

» 5. *Chaleur spécifique du chloral anhydre.* — J'ai trouvé :

Chaleur spéc. moy. entre 17° et 81° : 0,259; soit pour $147^{gr},5$: +38,2
entre 17° et 53° : 0,250.

» 6. *Chaleurs spécifiques et chaleur de fusion de l'hydrate de chloral.* — J'ai

mesuré la quantité totale de chaleur abandonnée par l'hydrate de chloral porté à une température précise, puis subitement immergé et dissous dans l'eau du calorimètre. Ce mode d'opérer offre l'avantage de ramener les corps à un état final identique; il supprime en outre la correction du refroidissement. On tire des nombres obtenus les chaleurs spécifiques et la chaleur de fusion.

Chaleur spéc. moyenne de l'hydrate solide, entre 17° et 44° : 0,206; pour $165^{gr},5$: + 34,1.

» J'ai opéré sur un hydrate préparé depuis longtemps et en évitant avec le plus grand soin toute fusion partielle. Si l'hydrate a été récemment fondu, on obtient des nombres trop forts, par exemple, entre 43° et 15° : 0,694; entre 34° et 15° : 0,813; valeurs excessives et d'autant plus grandes que l'intervalle de température est moindre. L'hydrate tout récemment solidifié peut ainsi retenir jusqu'à moitié de sa chaleur de fusion.

Chaleur spéc. moy. de l'hydrate liquide; entre 51° et 88° : 0,470; pour $165^{gr},5$: + 77,8;

valeur plus que double de la chaleur spécifique solide.

» Dans l'état liquide même, il y a une variation rapide de la chaleur spécifique avec la température. Quelques essais, qui demanderaient à être répétés, ont fourni, pour la chaleur spécifique élémentaire rapportée au poids équivalent : environ + 60 vers 46°, et + 98 vers 97°.

» La chaleur spécifique moyenne de l'hydrate liquide, soit + 77,8, surpasse de plus d'un tiers la somme de celles de l'eau et du chloral, soit 38,2 + 18,2 = 56,4; d'où il suit que la chaleur de formation de l'hydrate de chloral liquide diminue de $0^{Cal},0214t$, pendant une élévation de température de t degrés.

Chaleur de fusion de l'hydrate : elle s'élève à $+5^{Cal},50$ pour $165^{gr},5$;

valeur triple de celle de l'eau (H^2O^2), mais voisine des nombres relatifs à la naphtaline et aux azotates alcalins, pris sous des poids équivalents.

» 7. *Chaleur de vaporisation du chloral anhydre.* — Je l'ai mesurée par deux méthodes : l'une consiste à condenser le gaz dans un serpentin immergé au sein d'un calorimètre, elle fournit pour $C^4HCl^3O^2 = 147^{gr},5$: $+7^{Cal},98$; l'autre consiste à faire arriver la vapeur du chloral dans l'eau, ce qui donne en plus la chaleur de combinaison avec l'eau. Toute déduction faite, cette méthode a fourni + 7,29 : nombre un peu plus faible que le précédent. Mais l'écart s'explique par la déperdition d'un peu de chloral vaporisé pendant l'agitation, ce corps tombant au fond de l'eau comme une huile dont la dissolution n'est pas instantanée. Aussi le premier nombre est-il préférable.

» 8. *Chaleur de vaporisation de l'hydrate de chloral.* — Cette quantité ne pouvant être mesurée dans un serpentin, à cause de l'obstruction produite par la matière solide et de l'état variable de celle-ci qui retient une partie de sa chaleur de fusion, j'ai condensé directement la vapeur dans l'eau du calorimètre, à l'aide d'un appareil spécial et que je décrirai ailleurs. L'hydrate s'y condense et coule à la façon d'un sirop, que l'agitation mêle ensuite avec l'eau, sans qu'il se sépare la moindre trace de chloral anhydre. La vapeur d'hydrate de chloral se comporte donc tout autrement que celle du chloral : différence qui suffit à établir que la première n'est pas formée par un simple mélange d'eau et de chloral anhydre. J'ai trouvé ainsi, dans cinq expériences, rapportées à $165^{gr},5$, pour la chaleur totale abandonnée depuis l'état gazeux ($96°,5$) jusqu'à l'état dissous, à $18°,5$:

$+31^{Cal},46$; $+32,09$; $+31,60$; $+31,61$; $+32,13$; moyenne $+31,78$.

Il faut retrancher de ce chiffre la chaleur ($+3,93$) abandonnée par l'hydrate liquide de $96°,5$ à 46 degrés : la chaleur de fusion ($+5,50$); la chaleur cédée par le solide de 46 degrés à $18°,5$ ($+0,94$); enfin la chaleur de dissolution ($-0,49$) : soit en tout $+9,88$. On trouve en définitive :

Chaleur de vaporisation de l'hydrate de chloral (8 vol.) : $+21,90$.

» Un volume égal de vapeur d'eau (36^{gr}) dégage $+19,3$; la vapeur d'alcool amylique, sous le même volume, $+21,4$; celle de l'éther acétique, $+21,8$: tous ces nombres sont du même ordre de grandeur.

» Observons encore que le point d'ébullition de l'hydrate de chloral ($+96°,5$) diffère peu de la moyenne entre ceux de ses composants : $\frac{100+99}{2} = 99,5$; conformément à une remarque que j'ai déjà faite sur les hydrates formés suivant les mêmes rapports de volume (ce Recueil, p. 1469).

» 9. *Chaleur dégagée par la combinaison du chloral anhydre avec l'eau, dans les divers états des composants et du composé.* — Elle se calcule à l'aide des données précédentes.

$$C^4HCl^3O^2 \text{liq.} + H^2O^2, \text{liq.} = C^4HCl^3O^2, H^2O^2 \text{ solide, à } 16° \ldots +12,15.$$

» Vers zéro, l'eau liquide : $+11,79$; l'eau solide : $+10,36$.

» Vers 46 degrés, l'eau liquide, l'hydrate solide : $+12,81$.

» A 46 degrés, les trois corps liquides : $+7,31$.

» A $96°,5$, les trois corps liquides : $+6,23$; valeur considérable et qui est à peu près la moitié de la chaleur dégagée par l'union du même poids

d'eau avec l'acide azotique anhydre. L'hydrate de chloral liquide existe donc à 96°,5 comme composé réel, distinct d'une simple dissolution réciproque.

» Dans l'état gazeux, la chaleur de combinaison x peut être calculée par deux ordres de données indépendantes, du moins pour le chloral anhydre.

» 1° Prenons le chloral anhydre et liquide à 96°,5, l'eau liquide à 96°,5; faisons-les réagir dans l'état liquide, puis vaporisons l'hydrate produit : la chaleur mise en jeu sera égale à $+ 6,23 - 21,90 = - 15,67$. D'autre part, vaporisons le chloral anhydre et l'eau séparément, à la même température, et faisons-les réagir dans l'état gazeux, la chaleur mise en jeu sera (en négligeant de très-petites quantités): $- 7,98 - 9,65 + x$, ou $- 17,63 + x$. En égalant ces deux expressions de la chaleur mise en jeu, on tire : $x = + 1,96$, ou $+ 2,0$ en nombre rond.

» 2° Condensons dans un même poids d'eau : d'une part la vapeur du chloral anhydre, d'autre part celle de l'hydrate, pris sous un poids équivalent; l'état final étant identique, la mesure de la chaleur de combinaison des deux gaz sera ramenée à la différence immédiate des deux quantités de chaleur correspondantes, fournies par ces deux opérations, c'est-à-dire données chacune par une expérience très-simple. En effet, soit W la chaleur dégagée par le chloral gazeux pris à 99 degrés et changé en chloral dissous à 21 degrés, nous pourrons admettre sans erreur appréciable que cette quantité est égale à la chaleur dégagée par le même corps gazeux (pris sous une pression un peu moindre), et traversant les mêmes états de 96°,5 à 18°,5. De même W_1, étant la chaleur dégagée par l'eau gazeuse devenant liquide entre 100 et 22 degres, pourra être regardée comme égale à la chaleur dégagée entre 96°,5 et 18°,5; les expériences de M. Regnault montrent que l'erreur ainsi commise est négligeable. Enfin, W_2 étant la chaleur totale dégagée par l'hydrate de chloral gazeux pris à 96°,5 et changé en hydrate dissous à 18°,5, nous aurons

$$x = W + W_1 - W_2.$$

W et W_2 sont données par mes expériences, W_1 par celles de M. Regnault.

» En fait, j'ai trouvé :

$$W = + 21,92; \quad + 22,23; \quad + 22,31; \quad \text{moyenne } + 22,15,$$

nombre un peu faible, comme il a été dit plus haut, à cause de la lenteur avec laquelle s'opère la combinaison du chloral avec l'eau et de la perte de quelque trace de ce corps par évaporation.

» On a encore $W_1 = + 11,11$; $W_2 = + 31,78$ (voir plus haut); d'où l'on tire $x = + 1,48$, valeur positive comme 1,98; mais un peu moindre, et trop faible pour les motifs déjà signalés. Le chiffre + 1,98 me paraît le plus probable.

» Cette chaleur de combinaison est de l'ordre de grandeur de la chaleur ($+ 1,1 \times 2 = + 2,2$) dégagée par l'union de l'acide azotique anhydre avec l'eau, tous les corps étant solides. Elle peut être rapprochée de la chaleur dégagée par les réactions des éthers gazeux rapportées au même volume gazeux. On a, en effet, d'après mes expériences (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IX, p. 334, 344, 346) :

» *Décomposition des éthers par l'eau* (état gazeux) :

Éther chlorhydrique, $C^4H^5Cl + H^2O^2 = C^4H^6O^2 + HCl$...... + 2,7 environ,
Éther iodhydrique, $C^4H^5I + H^2O^2 = C^4H^6O^2 + HI$.......... + 1,3 environ,
Éther acétique, $C^4H^4(C^4H^4O^4) = C^4H^6O^2 + C^4H^4O^4$......... + 5,4.

» *Formation de l'éther ordinaire* (gaz) :

$$2C^4H^6O^2 = C^4H^4(C^4H^6O^2) + H^2O^2 \ldots\ldots + 3,0.$$

» En résumé, l'expérience indique qu'il y a dégagement de chaleur dans la réaction du chloral gazeux sur l'eau gazeuse, avec formation d'un composé gazeux : l'hydrate de chloral gazeux existe donc véritablement, comme composé distinct d'un simple mélange des deux vapeurs. Telle est la conclusion qui résulte de ces mesures. Cette conclusion est conforme aux résultats obtenus par M. Troost, par l'étude des tensions de dissociation. Elle est appuyée par ce fait déjà signalé, que le chloral anhydre en vapeur ne se combine pas instantanément avec l'eau ; mais il s'y condense d'abord en nature, sous la forme d'une huile, qui ne se dissout que peu à peu, même par l'agitation ; tandis que l'hydrate de chloral en vapeur se condense au contraire sous l'eau à l'état d'hydrate cristallisé, si l'on n'agite pas ; ou bien il s'y dissout immédiatement, si l'on agite, mais sans manifester la moindre trace de chloral anhydre. »

NAVIGATION. — *Remarques au sujet de la Lettre communiquée, dans la séance du 18 juin, par M.* Mouchez. Note de M. **Yvon Villarceau.**

« D'après la déclaration faite par M. Mouchez, en terminant sa Note du 11 juin, j'étais loin de m'attendre à ce que notre confrère invoquerait, à l'appui de ses dénégations, le témoignage d'un professeur tout aussi peu

expérimenté dans la pratique de la navigation que je le suis moi-même.

» J'ai eu, je l'avoue, la curiosité de prendre connaissance de la Lettre déposée sur le bureau; comme cette Lettre est très-précieuse, je prierai M. le Président de vouloir bien ordonner le dépôt de l'original dans nos Archives.

» Sur l'invitation de notre Secrétaire perpétuel, M. Dumas, j'ai supprimé divers passages, à l'impression de ma dernière Note; j'avais, d'ailleurs, évité de reproduire les termes expressifs par lesquels le capitaine Shadwell qualifie la méthode chronométrique de M. Mouchez. J'étais, dès lors, en droit de supposer que notre confrère mettrait tout autant de soin à éviter de reproduire des phrases qui ne sont pas plus respectueuses pour notre Compagnie, que la qualification de *travail d'Académie*, empruntée par M. Mouchez à l'auteur du *Traité d'horlogerie moderne*. La conclusion à tirer de l'une de ces phrases serait : que chacun de nos confrères, avant d'entreprendre un travail, ferait bien de prendre, sur le meilleur *emploi de son temps*, l'avis de quelque professeur *anonyme*.

» Le correspondant de M. Mouchez a d'ailleurs fidèlement suivi l'exemple que lui a donné notre confrère : il intervient dans la discussion, sans avoir préalablement pris connaissance de toutes les pièces du procès intenté à la *Nouvelle Navigation*.

» Ainsi, il déclare que la *solution rigoureuse* du problème du point le plus probable [1] est *au-dessus des forces de l'Analyse* : or j'ai consacré la

---

[1] On est d'accord sur ce que la méthode du point le plus probable devrait trouver son application, bien plutôt aux observations de nuit qu'à celles de jour. On admet encore que les premières sont moins précises que les secondes : n'est-ce pas là, précisément, un motif de recourir à l'emploi des combinaisons que fournit la théorie des probabilités?

En ce qui concerne *l'utilité* des observations *de nuit*, j'extrais les passages suivants d'un ouvrage intitulé : *Le guide du calculateur de nuit*, par M. J.-C. Arnault, lieutenant de vaisseau, ouvrage publié en 1869, avec l'autorisation du Ministre de la Marine, et dont l'auteur vient de m'adresser un exemplaire : « (p. 53)... On a eu bien tort, jusqu'ici, de délaisser, aussi généralement, les observations de nuit; ... il y a lieu d'appeler, sans retard sur ce point, l'attention des marins; ... (p. 54) tout doit les engager à s'occuper fréquemment de ces observations, dont l'utilité est incontestable aujourd'hui; et, en s'en occupant, il n'est pas douteux qu'un grand progrès serait réalisé, au double point de vue de l'humanité et des intérêts commerciaux; car, beaucoup de sinistres peuvent être attribués, aussi bien à la négligence apportée dans la détermination fréquente des points observés, qu'à l'ignorance, dans laquelle on est souvent, des déviations des compas. »

Le marin, sans doute *expérimenté*, qui a écrit ces lignes, était bien loin, dès 1869, de partager l'opinion de M. Mouchez. « Ce n'est, dit en effet notre confrère (*Comptes rendus*,

Note VIII de la *partie théorique* à cette solution. Ailleurs, il se plaint de l'*ingérence* de M. Villarceau dans les questions nautiques; il m'oblige ainsi à déclarer, pour la troisième fois, « que ce n'est pas de mon propre mou- » vement que je me suis livré à des recherches sur l'Astronomie nautique, » mais bien sur la demande du Ministre de la Marine et avec l'assentiment » du Ministre de l'Instruction publique ([1]). »

» A ce compte, il ne serait plus permis à un Membre de cette Académie de s'occuper, sur la demande des Ministres, d'un sujet qui, confié à de certaines personnes, n'aurait pas reçu, entre leurs mains, tous les développements qu'on pouvait espérer.

» Enfin, M. le professeur de Brest « aurait, dit-il, bien d'autres erreurs » à relever ». En l'absence de toute indication sur ces erreurs, réelles ou supposées, chacun appréciera à sa juste valeur une telle insinuation.

» Quant à la discussion scientifique, l'Académie a pu se convaincre que je ne cherche pas à l'éviter; mais, dans le cas actuel, il m'est absolument impossible de rien discuter, attendu que le document communiqué par notre confrère ne contient que des opinions, dont aucune n'est appuyée sur le moindre argument scientifique. »

AGRICULTURE ET NAVIGATION. — *Sur la distribution des eaux provenant des pentes naturelles du territoire français et sur l'amélioration de notre navigation intérieure.* Note de M. DE LESSEPS.

« M. Cotard, ingénieur, M. Hubert-Delisle, sénateur, et M. Sibour, capitaine de vaisseau, se sont occupés à divers titres : 1° de l'aménagement et de la distribution des eaux provenant des pentes naturelles du territoire français; 2° de l'amélioration de notre navigation intérieure; 3° de l'utilisation de l'étang de Berre et du port de Bouc.

» Il y a deux mille ans, Strabon signalait ainsi les ressources de la France pour une bonne navigation intérieure :

« La Gaule est arrosée dans tous les sens par des fleuves qui descendent des Alpes, des Cévennes et des Pyrénées, et qui vont se jeter les uns dans l'Océan, les autres dans notre mer intérieure. En général, ces fleuves coulent dans des plaines ou le long des collines dont

---

p. 1355), que dans des circonstances exceptionnelles, qu'on pourrait avoir le besoin et la possibilité de recueillir, de nuit, la multiplicité des hauteurs d'astres nécessaires au tracé du polygone des lignes de hauteur. »

([1]) Page 1253.

la pente douce ne gêne en rien la navigation. Ils sont, de plus, si heureusement distribués qu'on peut faire passer aisément les marchandises d'une mer à l'autre. »

» La France est, en effet, au point de vue de la richesse de ses bassins hydrographiques, de leur importance, de la facilité de leurs communications réciproques, le pays le plus favorisé de l'Europe. Nous sommes encore loin d'avoir profité d'une si heureuse position; malgré l'abondance des rivières, nous ne possédons qu'une faible quantité de prairies, et beaucoup de terres sont exposées à des sécheresses qui s'opposent à l'amélioration de leur culture.

» Dans les contrées où le sol n'est pas suffisamment perméable, les eaux des pluies ou de la fonte des neiges, que rien ne retient sur les coteaux, se précipitent dans le fond des vallées et emportent à la mer des quantités de limon précieux qui pourrait être retenu et utilisé. Tout a été dit, cependant, sur la valeur fertilisante des eaux de rivière et sur les avantages qu'on peut retirer de leur emploi au moyen des irrigations.

» Notre confrère M. Hervé Mangon, dont les savantes études ont acquis une si juste autorité, estime que « le volume de limon entraîné en une an-
» née par la Durance emporte à la mer plus de 14000 tonnes d'azote à l'é-
» tat de combinaison le plus convenable au développement de nos plantes
» cultivées, alors que l'agriculture achète au dehors, au prix des plus
» grands sacrifices, d'autres matières azotées et que l'importation du
» guano, qui fournit à peine cette quantité d'azote chaque annnée à l'a-
» griculture française, lui coûte une trentaine de millions. Ces mêmes li-
» mons contiennent près de 100000 tonnes de carbone, c'est-à-dire autant
» que pourrait en fournir par an une forêt de cinquante mille hectares. »

» Le système de M. Cotard, appuyé d'une carte pour servir à l'aménagement des eaux dans les bassins de la Garonne et de l'Adour, consiste à emmagasiner des eaux sur toutes les parties hautes du pays, en les distribuant de manière à assurer l'alimentation des canaux de navigation que réclame l'industrie pour les transports à bon marché et en évitant la formation de marais insalubres produits par les eaux stagnantes.

» La Société des Agriculteurs de France, en recevant communication du Mémoire de M. Cotard, a émis le vœu suivant :

« Considérant que les questions relatives à l'aménagement des eaux du territoire intéressent à un haut degré l'agriculture en même temps que l'industrie, les voies navigables et le régime général des rivières;

» Qu'il importe de rechercher les moyens d'utiliser pour l'irrigation une plus grande portion des eaux fertilisantes qui vont se perdre à la mer;

» Que de grandes dérivations amenant les eaux sur les parties élevées du pays paraissent être une solution intéressante du problème ;

» Que l'ensemble des canaux ainsi créés permettra d'emmagasiner de très-grandes masses d'eau dont il peut être utile, à un moment donné et surtout en temps de crue, de retarder l'écoulement dans le lit des rivières;

» Que la ligne de faîte séparant les bassins de l'Adour et de la Garonne semble se prêter tout particulièrement à l'établissement d'un canal de faîte amenant les eaux estivales des Pyrénées jusqu'à l'embouchure de la Gironde et pouvant les distribuer sur tous les faîtes des bassins secondaires, de façon à donner à cette contrée toute l'eau qui lui est nécessaire pour ses besoins agricoles et industriels ;

» Que, d'autre part, les études du canal du Rhône sont arrivées à un point suffisant pour affirmer l'utilité de cette création ;

» Qu'il y a donc lieu de donner suite à ces projets ;

» La Société des Agriculteurs de France émet le vœu que l'Administration favorise par tous les moyens dont elle dispose l'étude et l'exécution de ces canaux. »

» En ce qui concerne l'amélioration des voies navigables de l'intérieur de la France, M. Hubert-Delisle fait ressortir tous les bienfaits de voies navigables pouvant transporter à bon marché les matières encombrantes et de peu de valeur, soit dans l'intérieur, soit jusqu'aux ports de mer où l'on doit les embarquer :

« Le but essentiel à atteindre, dit M. Hubert-Delisle, est de mettre en facile communication toutes les parties du territoire, du nord au sud, de l'est à l'ouest, répartissant ainsi, et d'une manière aussi égale que possible, les sacrifices exigés pour la construction et l'amélioration des voies navigables et les profits qu'elles procurent.

» Les premiers travaux à exécuter doivent évidemment consister dans la création ou l'amélioration des grandes artères désignées naturellement par l'importance des intérêts qu'elles desservent et autour desquelles viennent se grouper toutes les lignes complémentaires.

» Dans cet ordre d'idées, le premier classement pourrait comprendre les lignes suivantes :

» La ligne de l'est mettant le Havre et nos ports du Nord en communication avec l'Alsace et la Suisse par la Seine, l'allongement des écluses du canal de la Marne au Rhin et toutes les réfections utiles sur le parcours de cette voie.

» La ligne du canal de grande ceinture, recommandée par la Commission d'enquête de l'Assemblée nationale, réunissant les riches bassins de l'Oise, de l'Aisne, de la Marne, de l'Aube, de la haute Seine et de l'Yonne, établissant ainsi des relations, d'une part, avec les voies navigables des régions du nord et, d'autre part, avec les canaux de Bourgogne et d'Orléans.

» La ligne de l'ouest, à étudier avec le soin le plus scrupuleux, par suite des grandes difficultés que présente la Loire, mettrait en communication Nantes et les départements arrosés par le Loir, la Sarthe, la Mayenne, le Cher, la Vienne, avec Paris, le nord, l'est et le centre de la France.

» La ligne du sud-ouest, reliant les bassins de la Dordogne et de la Garonne à la capitale par une artère qui desservirait les bassins houillers; puis, le canal des grandes Landes, réunissant Bayonne et Bordeaux.

» Enfin, la ligne de la Saône et du Rhône.

« Le Rhône, dit M. Krantz dans son beau travail sur la navigation intérieure de la » France, par ses affluents naturels et artificiels, pénètre au loin dans l'intérieur des terres, » contourne les massifs des Alpes, dessert ou peut desservir le centre de la France, la Suisse, » la Belgique, l'Allemagne occidentale; il a donc, au point de vue des relations commerciales » du continent avec la Méditerranée, une importance qu'aucun autre fleuve en Europe ne » possède au même degré.

» Les voies d'eau, ajoute M. Krantz, suscitent des améliorations agricoles, provoquent » l'établissement d'usines, facilitent l'exploitation des mines, des carrières, des forêts, aug» mentent, en un mot, la richesse publique, et l'État prend sa part des richesses créées. »

» Ces richesses ont une puissance d'amortissement qui constitue la fortune publique et permanente d'un pays.

» M. le capitaine de vaisseau Sibour établit que l'amélioration de nos voies navigables et l'appropriation du canal et du port de Bouc doivent être complétées par l'ouverture d'un canal de communication de 7 kilomètres, entre l'étang de Berre et les ports de Marseille, permettant un immense développement au commerce et à l'industrie, ainsi qu'une sécurité indispensable à notre matériel flottant.

« Il est de notoriété, dit-il, et c'est un axiome pour nous autres marins, que les meilleurs ports sont les ports intérieurs.

» La Providence nous gardait, aux portes de Marseille, le port le plus vaste, le mieux abrité, le plus naturellement défendu : nous avons nommé l'étang de Berre. Éloigné de la mer de 10 kilomètres, protégé de ce côté, c'est-à-dire à l'ouest, par un rideau de collines élevées, courant directement du sud au nord, de Martigues à Saint-Chamas, cet étang, qui a près de 20 000 hectares de superficie avec des fonds de 8 à 10 mètres sur une grande partie de son étendue, offrant d'ailleurs les plus grandes facilités de creusement, constitue le plus beau port qu'il y ait au monde. »

» Le Mémoire cite un Rapport du général Inspecteur du Génie, baron de Chabaud-Latour, qui écrivait en 1865 :

« Toulon était une très-belle position pour renfermer et protéger nos chantiers de construction avant l'invention de l'artillerie à grande portée.

» Si les grands établissements qui existent à Toulon étaient situés sur la côte ouest de l'étang de Berre, ils seraient à l'abri de tout danger..... à tous les points de vue, il apparaît que le gouvernement ne doit pas hésiter à utiliser ce magnique port naturel de l'étang de Berre dont la Providence a doté la France, et à ordonner d'abord les études et puis l'exécution des travaux civils et militaires qui le rendront l'un des centres les plus puissants de l'activité commerciale du monde. »

» Après cette citation, M. Sibour continue ainsi :

« Grâce au creusement du port de Bouc, du canal existant déjà de Bouc à Arles et de celui de Caronte, Marseille, assise à la fois sur la Méditerranée et sur la mer intérieure de Berre, pourra développer, dans une sécurité profonde, ses grandes destinées. »

» Je termine en exprimant l'espoir que le concours scientifique et la juste influence des Membres de l'Académie contribueront à faire avancer les études définitives et la réalisation des projets que je viens d'exposer. »

GÉOGRAPHIE ET AGRICULTURE. — *Réponse à la dernière communication de* M. Roudaire, *sur son projet de création d'une mer saharienne.* Note de M. E. Cosson.

« Dans la séance du 17 août 1874, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie des objections au projet de M. Roudaire qui me semblaient tout à fait concluantes. Depuis, M. Roudaire a exécuté le nivellement d'une partie de la région où il propose l'établissement d'une mer. Je ne viens pas contester la valeur des travaux géodésiques de M. Roudaire; mais, en ce qui concerne la création d'une mer intérieure, je puis affirmer, d'après mes longues études sur la région saharienne, d'après ma connaissance des lieux et les renseignements pris auprès des indigènes, que les avantages qui lui sont attribués sont plus que contestables et que cette conception ne me paraît pas mériter l'étendue et l'importance de la discussion dont elle a déjà été l'objet, quelles que soient d'ailleurs l'autorité et l'illustration des savants qui l'ont prise sous leur patronage.

» Ces avantages, d'après la dernière Note de M. Roudaire en réponse aux objections de M. Naudin (¹), sont :

» 1° Amélioration profonde du climat de l'Algérie et de la Tunisie;

» 2° Ouverture d'une nouvelle voie commerciale pour les régions situées au sud de l'Aurès et de l'Atlas et pour les caravanes du centre de l'Afrique;

» 3° Amélioration des conditions hygiéniques de la contrée;

» 4° Sécurité complète pour l'Algérie, car nos troupes pouvant débarquer au sud de Biskra, il n'y aurait plus d'insurrection possible.

» Sans reproduire ici toutes les considérations que j'ai déjà invoquées

(¹) Voir dans les *Comptes rendus*, juin 1877, p. 1356 : *Lettre à M. Daubrée à propos de la mer intérieure du Sahara algérien*, par M. Naudin.

contre le projet de M. Roudaire, je me bornerai à discuter une à une ses conclusions.

» 1° Le prolongement du golfe de Gabès jusqu'aux chotts méridionaux de la province de Constantine n'amènerait aucun changement notable dans le climat général de l'Algérie et de la Tunisie : l'évaporation produite ou se disséminerait dans le Sahara ou se perdrait au-dessus de la Méditerranée ou se condenserait dans la chaîne de l'Aurès ou ailleurs sur des espaces limités. Le climat local lui-même ne subirait pas de modifications sensibles ; les influences climatériques qui dominent dans le Sahara tiennent à des causes trop générales pour être changées par la présence d'un bassin d'une aussi faible étendue comparativement à l'immensité d'une région qui s'étend du versant sud de l'Atlas jusqu'à la limite des pluies estivales, c'est-à-dire du 34e degré au 12e degré de latitude nord environ. Et ce n'est pas là une hypothèse, puisque la côte méridionale du Maroc, d'après sa végétation dont j'ai fait une étude attentive, présente, malgré l'immense évaporation produite par l'océan Atlantique, les caractères climatériques généraux du Sahara, et qu'il en est de même de Gabès et de la côte de la Tripolitaine dont la flore et les produits agricoles sont ceux du Sahara lui-même, malgré le voisinage immédiat de la Mediterranée. D'autre part, s'il devait se produire un changement quelconque dans le climat local, ce serait au détriment de la culture du Dattier, qui redoute l'influence maritime et qui, pour donner ses meilleurs produits, a besoin surtout d'une grande somme de chaleur, de la rareté des pluies et de la sécheresse de l'atmosphère. En admettant d'ailleurs que le climat local dût être modifié, ce que je conteste, et que de nouvelles cultures pussent être introduites, elles seraient loin de compenser la perte certaine à laquelle on s'exposerait en compromettant la production de la datte, qui est la véritable richesse du pays. Du reste, la région qui serait occupée par la mer projetée, bien que peu salubre, est loin d'être inhabitable ([1]). Les oasis, depuis Biskra jusqu'à Tougourt, forment depuis la rive occidentale du chott Melghir une série presque continue sur une étendue en longueur de près de 60 lieues et que les Arabes, dans leur langage imagé, comparent à une véritable rivière de Dattiers (Oued-Rir). Il en est de même en Tunisie pour la région de la nouvelle mer.

([1]) Le lit des chotts, où les eaux s'accumulent en hiver, est au contraire généralement à sec en été et recouvert d'une couche de sel, de telle sorte que c'est dans la saison chaude que son voisinage est le moins dangereux.

» Si les puits artésiens actuels, creusés par les indigènes ou forés par les soins de l'administration française, ne suffisent pas à fournir les eaux d'irrigation nécessaires au développement des oasis existantes ou à la création d'oasis nouvelles, l'abondance de la nappe artésienne qui existe dans toute la région permettra toujours d'en augmenter le nombre et de satisfaire à tous les besoins.

» La partie méridionale de l'Algérie et de la Tunisie est, il est vrai, moins fertile que du temps des Romains, mais ce fait s'explique naturellement, sans invoquer le changement du climat, quand on a vu les restes des canaux d'irrigation construits dans la partie inférieure de l'Aurès par les Romains qui, au moyen de barrages, avaient converti des vallées en vastes réservoirs recevant les eaux des pluies et de la fonte des neiges et destinés à répandre ensuite au loin la fertilité. Il en est de même de la Sicile, ce grenier d'abondance de l'ancienne Rome [1].

» 2° La voie nouvelle n'aurait qu'une bien faible importance commerciale, car les caravanes du Centre-Afrique ne se détourneraient pas de leur route ordinaire et continueraient à se diriger vers le Maroc et la Tripolitaine. Elles évitent surtout dans la traversée du Sahara les dunes des Areg, que, pour gagner soit l'Algérie, soit la Tunisie, elles auraient à franchir dans leur plus grande étendue. Je dois rappeler que le commerce d'exportation pratiqué par les caravanes, si l'on en excepte les esclaves, est réduit à un bien petit nombre d'articles, tels que la poudre d'or, les dépouilles d'animaux, les plumes d'autruche, l'ivoire, etc. D'autre part, la plus grande partie de la mer projetée se trouverait en Tunisie, et il serait à craindre que les caravanes se portassent plutôt chez une puissance musulmane que dans la province de Constantine.

» On ne peut d'ailleurs assimiler le mince trafic de quelques caravanes au commerce ouvert au monde par le percement de l'isthme de Suez. La mer rêvée ne serait, je le répète, qu'un prolongement du golfe de Gabès et elle n'éviterait aucuns frais de transbordement, ces frais restant les mêmes que si les marchandises étaient transportées directement à Gabès, délaissée pour Mogador et Tripoli.

» 3° Les conditions de salubrité de la contrée seraient loin d'être améliorées. Il serait à craindre, au contraire, que le pays ne devînt inhabitable :

---

[1] Des savants, dont le nom fait autorité dans la science, admettent que la fertilité moindre de la Sicile à l'époque actuelle peut s'expliquer par la diminution dans le sol de la quantité des phosphates.

les variations du niveau de la mer intérieure résultant soit de l'évaporation, soit du flux et du reflux qui s'élèvent à $1^m,60$, amèneraient alternativement l'inondation ou l'exondation des plages des chotts, à pentes généralement presque insensibles et sur d'immenses surfaces qui, dans la saison chaude, ainsi que l'a fait remarquer si judicieusement M. Naudin, deviendraient une véritable cause de pestilence.

» D'autre part, la salure de ces plages, alternativement inondées et exondées, et la pression exercée par la mer sur son fond, amèneraient vraisemblablement l'augmentation de la quantité des matières salines déjà contenues dans la nappe artésienne et en rendraient les eaux impotables et impropres à l'irrigation des cultures.

» Quant aux avantages prétendus qui résulteraient de l'humidité atmosphérique, qui, selon moi, ne doit pas se produire, ou se produire seulement sur les bords de la nouvelle mer, et au grand dommage de la qualité des dattes, ils me paraissent reposer sur une erreur d'appréciation; on sait que les températures élevées sont d'autant plus facilement supportées que l'air est plus sec et les phénomènes de rayonnement plus intenses; or, dans la région des chotts, comme dans tout le Sahara, à des chaleurs tempérées de $+20°$ à $+30°$ succèdent souvent et sans transition des températures de $+40°$ et, sous l'influence du siroco, de $+49°$ à $+52°$. Dans ces conditions, l'anémie qui, dans la région tropicale, où l'atmosphère humide dépasse rarement 30° ou 32°, décime déjà les Européens, serait bien plus fatalement la conséquence de l'habitation d'une contrée où les dangers causés par l'humidité atmosphérique seraient aggravés par des températures bien plus extrêmes.

» 4° Loin d'assurer la sécurité de l'Algérie, la mer dite saharienne la compromettrait et serait même un danger permanent pour la domination française. Cette mer, dont l'entrée et la plus grande partie seraient situées en Tunisie et dont nous ne posséderions guère que les plages occidentales, devrait être l'objet d'une surveillance incessante pour empêcher l'introduction des marchandises étrangères qui inondent déjà les marchés du sud, et surtout la contrebande de guerre, d'autant plus redoutable qu'elle se produirait chez des populations dont la soumission est rendue plus difficile par le voisinage immédiat de la frontière.

» En résumé, aucun des avantages attribués à la création de la nouvelle mer ne me paraît pouvoir être sérieusement établi et les centaines de millions à consacrer à l'entreprise seraient dépensés en pure perte pour

l'intérêt général. Si cette mer existait, elle serait même un tel danger pour les intérêts français que je n'hésite pas à dire qu'il faudrait la combler.

» Pour améliorer les conditions générales de la région et faciliter les relations commerciales, on ferait bien plus, comme je l'ai déjà dit, en multipliant les puits, en rétablissant les puits indigènes effondrés, en plantant des arbres appropriés au climat sur tous les points où ils peuvent vivre, en aménageant les eaux et en les distribuant par des aqueducs ou des canaux. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Lestiboudois*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 38,

M. Godron obtient.....................	33 suffrages.
M. Duval Jouve......................	5 »

M. Godron, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Trépanation de la membrane du tympan pratiquée avec succès pour un cas de surdité ancienne qui avait résisté à tout traitement.* Note de M. Bonnafont. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie).

« *Conclusions.* — 1° Toute surdité qui n'est pas produite par un affaiblissement de la sensibilité des nerfs acoustiques, ce dont on peut s'assurer par l'apposition d'une montre sur les parois du crâne avoisinant l'oreille, et qui a résisté aux moyens ordinaires, tels que cathétérisme des trompes, etc., peut être guérie, ou considérablement améliorée, par la trépanation de la membrane du tympan.

» 2° Cette opération, si redoutée jusqu'à ce jour, se fait très-rapidement, sans douleur, en anesthésiant le tympan, et ne peut en aucun cas être suivie d'accidents sérieux.

» 3° La canule ou l'œillet engagé dans l'ouverture de la membrane doit y rester jusqu'à ce qu'il tombe naturellement.

» 4° S'il survient quelques accidents inflammatoires, peut-être nécessaires au maintien de l'ouverture, on les combat par les moyens ordinaires et l'on attend patiemment leur résolution.

» 5° Après la chute de la canule, on fera de temps en temps des injections légères d'eau tiède, afin de dissoudre les mucosités de la caisse, qui peuvent s'accumuler devant l'ouverture et gêner ainsi l'audition, ou bien, à défaut d'injection, on fera passer un courant d'air par les trompes en se mouchant un peu fort.

» Il y a bien des années, j'ai prédit que la trépanation de la membrane du tympan, faite dans les cas que j'ai indiqués, serait pour l'ouïe ce que l'opération de la cataracte est devenue pour la vue; l'observation qui précède justifie mes prévisions et fait espérer que cette conduite chirurgicale est sur la bonne voie. »

VITICULTURE. — *Les terrains argilo-calcaires et le Phylloxera.* Mémoire de M. **Joffroy**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les vignes des terrains sablonneux n'étant pas envahies par le Phylloxera, l'auteur s'est demandé s'il ne serait pas possible de procurer une semblable immunité aux autres terrains, même aux plus argileux. Il pense que, pour y parvenir, il suffirait de rendre impénétrable pour l'insecte la couche supérieure du sol, sur une épaisseur relativement minime. Ses recherches, dirigées dans ce sens, l'ont conduit à une solution pratique dont il croit devoir s'assurer la priorité.

» Il avait constaté, dans plusieurs inondations de la rivière d'Aigues (Vaucluse), que le limon argilo-calcaire, apporté d'une manière exceptionnelle sur une pente commençant vers le lit même de la rivière, prenait dans son parcours sur les terres une cohésion qui le rendait pendant plusieurs années impropre à la végétation. Or la plaine traversée par cette rivière a été la première dont les vignes ont été dévastées par le Phylloxera.

» Il avait remarqué également, dans le canton de Roquemaure, qui a été envahi immédiatement après par le fléau, que l'action de l'eau chargée de calcaire, venant des roches néocomiennes et agissant sur l'argile des alluvions du Rhône, produisait un limon semblable à celui de l'inondation de l'Aigues.

» Il s'était aperçu, d'un autre côté, que dans les terres travaillées et non ensemencées, ce qui est le cas des vignes, l'eau de pluie, surtout en hiver, avait une tendance à faire venir l'argile à la surface.

» Ces observations indiquaient que l'action du calcaire sur l'argile produisait, dans la plupart des cas, un durcissement très-considérable et en même temps un fendillement qui enlevaient à la couche supérieure du sol sa mobilité et par suite son impénétrabilité.

» A propos de la constitution de la terre végétale, il a été reconnu, d'autre part, que l'argile reste en suspension dans l'eau distillée; elle est, au contraire, coagulée et précipitée par une dissolution saline, notamment par une dissolution très-faible de bicarbonate de chaux. L'auteur utilise ces deux actions bien différentes de l'eau pure et de l'eau chargée de ses principes minéraux les plus ordinaires. Si, à l'aide de dispositions convenables, on parvient à favoriser ou à suspendre l'une ou l'autre de ces deux actions, on pourra modifier, en effet, sans l'addition d'aucune autre substance, la constitution d'une terre végétale. C'est à un résultat de cette nature qu'il croit être arrivé en ce qui concerne les terrains argilo-calcaires. Ses investigations ont d'abord porté sur ceux de ces terrains qui sont assez peu perméables pour que la coagulation de l'argile s'opère à la surface.

» Les nombreuses observations faites sur ces terrains ont permis à l'auteur du Mémoire de formuler de la manière suivante les conditions d'existence et de conservation de la vigne dans les terrains dont il s'agit : un cep de vigne planté dans ces terrains est exempt de la maladie régnante ou résiste utilement à cette maladie, lorsque la surface du terrain qu'il occupe, inclinée suffisamment, à partir du pied de la souche, est en même temps préservée du contact des eaux pluviales venant des fonds supérieurs, soit par l'exhaussement du sol, soit au moyen d'un barrage quelconque.

» Les conditions de cette formule sont quelquefois naturelles, ainsi que l'ont établi des cas nombreux de conservation exceptionnelle de souches, dans les terres dévastées par le Phylloxera ; elles se trouvent remplies, dans une terre de quelque étendue, par les dispositions suivantes : Après avoir préparé comme à l'ordinaire le terrain à planter la vigne, le diviser transversalement à la pente naturelle, en bandes de 2 mètres; creuser ensuite, au milieu et dans toute la longueur de cette bande, un sillon en rejetant la terre sur la ligne de division de chaque bande; planter les ceps de vigne sur le sommet de ce billon et un peu en aval. Ce billon ou barrage devra être assez élevé pour interrompre toute communication entre le pied de la

souche et la partie supérieure du terrain. On obtiendra en même temps, à partir du pied de chaque souche, jusqu'au sillon creusé comme il vient d'être dit, un plan incliné, au moyen duquel l'argile contenue dans la couche superficielle de la terre végétale sera délayée par l'eau de pluie tombant directement sur le sol, et s'écoulera dans le sillon, sans être coagulée par une eau tenant en dissolution du bicarbonate de chaux. L'année suivante, recommencer les labours en rétablissant le plan incliné et en le modifiant s'il y a lieu, pour favoriser le maintien du sable à la surface du sol. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la compressibilité des liquides.* Mémoire de M. E.-H. AMAGAT, présenté par M. Berthelot. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Berthelot, Desains.)

« Les recherches dont j'ai l'honneur de présenter les résultats à l'Académie ont eu surtout pour but d'étudier la compressibilité des liquides volatils, maintenus liquides par la pression à une température supérieure à celle de leur point d'ébullition, condition dans laquelle, comme on le sait, le coefficient de dilatation de ces corps devient très-considérable. J'ai opéré à la température ambiante, à 100 degrés et à quelques températures intermédiaires. Les expériences ayant été poussées jusqu'à 39 atmosphères, j'ai pu examiner en même temps l'influence des limites des pressions.

» Le liquide étudié était enfermé dans un piézomètre dont la tige traversait le fond d'une cuve à parois de glace, pleine d'eau, dont on réglait la température avec un tube de gaz. La pression était transmise par une pompe à mercure, sans l'intermédiaire d'un autre liquide. Cette pompe refoulait en même temps le mercure dans un manomètre à air comprimé. La limite des pressions que je voulais atteindre ne m'ayant pas permis l'emploi d'un manomètre à air libre, j'ai pris toutes les précautions pour obtenir d'un manomètre à air comprimé toute la précision qu'on peut en attendre. Celui que j'ai employé était formé d'un fort tube de cristal, long d'un mètre, divisé en millimètres et terminé par une longue pointe effilée; il portait à sa partie inférieure un réservoir très-épais destiné à augmenter sa sensibilité, qui devenait ainsi égale à celle d'un manomètre de 9 mètres de longueur. Il était entouré d'un manchon de verre continuellement traversé par l'eau d'un grand réservoir; la pointe supérieure étant fermée à une température et sous une pression bien connues, un thermomètre

qui donnait la température de l'eau du manchon permettait toujours d'estimer la pression avec une grande exactitude.

» J'ai d'abord obtenu ainsi des coefficients apparents trop grands, la pression ne s'exerçant qu'à l'intérieur du piézomètre. Pour corriger ces résultats de la variation de volume du verre, j'ai d'abord déterminé, dans les deux piézomètres qui m'ont servi, la compressibilité apparente de l'eau bouillie, puis, par comparaison avec celle déduite des travaux antérieurs, j'ai pu faire la correction.

» A des températures élevées, cette correction devient une fonction très-petite de la variation de volume du liquide ; ainsi, pour l'éther chlorhydrique à 100 degrés, elle atteint 1 $\frac{1}{2}$ division de la tige du piézomètre pour une compression correspondant à 80 divisions de cette tige. Voici la liste des corps que j'ai étudiés : l'éther éthylchlorhydrique, l'éther éthylbromhydrique, l'éther ordinaire, l'éther méthylacétique, l'éther éthylacétique, les alcools méthylique ordinaire et amylique, les hydrures d'amylène, d'hexylène, d'heptylène, la benzine, l'acétone, le chloroforme, le sulfure de carbone.

» Les deux corps sur lesquels j'ai fait le plus grand nombre d'expériences sont l'éther chlorhydrique et l'éther ordinaire.

» Voici les résultats auxquels je suis arrivé :

Éther ordinaire.

Températures.	Limites des pressions en atmosphères.		Coefficients d'élasticité.
13°,7	4,88	7,67	0,000167
»	»	10,66	0,000168
»	»	13,90	0,000168
»	»	16,74	0,000167
»	»	19,78	0,000166
13,3	8,63	13,92	0,000168
»	»	19,87	0,000168
»	»	25,48	0,000168
»	»	30,59	0,000166
»	»	36,48	0,000165
25,4	8,46	34,22	0,000190
63,0	8,57	22,29	0,000300
78,5	8,63	22,34	0,000367
»	»	34,38	0,000363
99,0	8,60	13,50	0,000555
»	»	19,40	0,000550
»	»	25,35	0,000539
»	»	30,56	0,000528
»	»	36,50	0,000523

Éther chlorhydrique.

Températures	Limites des pressions en atmosphères.		Coefficients d'élasticité.
11°,0	8,48	34,24	0,000138
14,5	8,46	25,99	0,000148
15,2	8,70	37,22	0,000153
61,5	12,65	34,36	0,000256
62,0	12,66	32,84	0,000255
80,1	12,72	19,48	0,000360
»	19,48	34,42	0,000351
99,5	14,22	19,01	0,000513
»	»	25,90	0,000507
»	»	31,00	0,000495
»	»	37,10	0,000487
12,8	8,53	13,90	0,000156
»	»	19,47	0,000155
»	»	25,40	0,000154
»	»	30,56	0,000153
»	»	36,45	0,000151

» J'aurai l'honneur de présenter très-prochainement à l'Académie la suite de ces recherches; dans cette Communication, je discuterai l'ensemble des résultats, et je montrerai qu'il existe l'accord le plus satisfaisant entre les nombres que m'a fournis l'expérience et ceux que l'on peut déduire des formules de la Théorie mécanique de la chaleur; ce sera surtout à ce point de vue, je pense, que ce travail pourra présenter quelque intérêt. »

VITICULTURE. — *Sur l'état des vignes traitées à Cognac par les sulfocarbonates alcalins.* Lettre de M. **Mouillefert** à M. le Président de la Commission du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans ma dernière Lettre, que vous avez bien voulu communiquer à l'Académie des Sciences, je vous disais que, d'après l'aspect des vignes soumises aux expériences que je poursuis à Cognac, depuis 1874, avec les sulfocarbonates alcalins, l'efficacité de ces substances continuait à s'affirmer de plus en plus, comme les années précédentes.

» Aujourd'hui l'état dans lequel se trouvent ces vignes ne laisse aux personnes qui visitent la station aucun doute sur l'heureux résultat obtenu. Il reste désormais prouvé que le sulfocarbonate peut, non-seulement détruire le Phylloxera, mais encore faire vivre une vigne phylloxérée, la maintenir en état de fructification, et même la rétablir après les plus grands ravages causés par la maladie.

RÉUNION DU COMITÉ DE COGNAC.

Procès-verbal de la visite aux expériences de la station.

« Aujourd'hui, 26 juin 1877, les soussignés, après la réunion du Comité de Cognac contre le Phylloxera, se sont rendus aux expériences dudit Comité, faites par M. Mouillefert, et reconnaissent avoir vu ce qui suit :

» 1° Que 240 ceps de la vigne de M. Cocuand, qui étaient à la dernière extrémité en 1875, soumis au traitement du sulfocarbonate de potassium depuis cette même année, sont aujourd'hui dans un état peu différent de ce qu'ils seraient sans la maladie; qu'ils portent de nombreuses *formances* (*rameaux fructifères*), après être restés trois années stériles.

» 2° Qu'une vigne appartenant à M. Édouard Martell, à Chanteloup, également très-malade dans son ensemble, traitée depuis l'année dernière avec les sulfocarbonates de potassium et de sodium, est aujourd'hui dans un état de végétation très-satisfaisant; qu'elle s'est considérablement améliorée, et que les trois planches laissées comme témoins, dont les

ceps sont en ce moment morts ou à la dernière extrémité, démontrent tout particulièrement l'efficacité des sulfocarbonates alcalins.

» 3° Qu'une vigne située à Crouin, commune de Cognac, appartenant à M. Thibaud, fortement phylloxérée dès 1875, continue à fructifier et à être en bon état depuis qu'elle a été soumise au traitement des sulfocarbonates.

» 4° Qu'un jeune plant, à côté de cette vigne phylloxérée ci-dessus, a pu se développer à l'aide des sulfocarbonates, de manière à avoir aujourd'hui, c'est-à-dire après deux ans de plantation, une végétation extrêmement vigoureuse et à fructifier après ce temps.

» 5° Qu'une vieille vigne, âgée de plus de cent ans, appartenant également à M. Thibaud, et dont les ceps avaient été beaucoup affaiblis par la maladie, a pu être régénérée depuis 1875, au moyen du sulfocarbonate de potassium.

» Ont signé :

Édouard Martell, président du Comité,
Maurice Hennessy, membre du Comité,
Thibaut, membre du Comité et adjoint de Cognac,
Jules Robin, membre du Comité,
Boutin aîné, ancien délégué de l'Académie des Sciences, directeur du laboratoire d'Angoulême.

» D'autre part :

» Les soussignés, délégués de la Société d'agriculture d'Indre-et-Loire, adhèrent au procès-verbal ci-dessus, pour ce qui concerne l'état actuel des vignes désignées plus haut, mais sans pouvoir se prononcer sur l'état précédent desdites vignes [1].

Blanchard, président,
Duclaud, secrétaire,
Lemaitre, membre de la Société,
Guimas, » »

» Comme vous le voyez, Monsieur le Président, l'efficacité de vos sulfocarbonates est confirmée par les personnages à la fois les plus honorables et les plus importants de Cognac, qui ont suivi attentivement, depuis leur début, les expériences du Comité.

» Il ne reste donc plus qu'à résoudre, dans chaque localité, la question pratique et la réduction du prix de la matière première, ce qui est maintenant la missiou des viticulteurs et des industriels. »

---

[1] Les délégués de la Société d'agriculture d'Indre-et-Loire n'avaient pas visité les vignes, objet de l'expérience, avant le traitement.

MM. A. Blanc, E. Lainville et Simil, Caloni-Michel, P. Troubetzkoy adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. Rendu adresse, pour le Concours Bréant, un Mémoire manuscrit portant pour titre : « De l'isolement des varioleux à l'étranger et en France, à propos de l'épidémie de Lyon, pendant les années 1875, 1876 et 1877. » Ce Mémoire est accompagné de cartes et d'un schéma chronologique de l'épidémie.

(Renvoi à la Commission du Concours Bréant.)

M. A.-C. Benoit Duportail soumet au jugement de l'Académie un Mémoire manuscrit intitulé : « Traité élémentaire et pratique de la résolution générale des équations ».

(Ce Mémoire sera soumis à l'examen de M. Hermite.)

M. E. Lemoult adresse une Note portant pour titre : « Sur un procédé d'extraction de l'alumine, provenant des kaolins ou argiles quelconques ».

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Debray.)

CORRESPONDANCE.

Les Ambassadeurs d'Autriche-Hongrie, d'Espagne, d'Italie, et les Ministres de Grèce et de Suisse adressent des lettres de remercîments au sujet des documents relatifs au Phylloxera, qui leur ont été adressés par l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure intitulée :

« Moteurs à vapeur. Expériences dirigées par M. *G.-A. Hirn*, exécutées en 1873 et 1875 par MM. *Dwelshauvers-Dery*, *W. Grosseteste* et *O. Hallauer*. Mémoire présenté à la Société industrielle de Mulhouse, dans sa séance du 25 octobre 1876, par M. *O. Hallauer*. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la vapeur de l'hydrate de chloral.* Note de M. L. TROOST.

« Dans une Communication à l'Académie (séance du 9 avril dernier), j'ai fait connaître une nouvelle méthode pour établir l'équivalent en volumes des substances vaporisables.

» Cette méthode est générale ([1]); appliquée d'abord à l'hydrate de chloral, elle m'a conduit à constater que ce corps peut exister à l'état de vapeur non décomposée, et que, par suite, son équivalent correspond à 8 volumes.

» Dans les séances du 7 mai et du 4 juin, M. Wurtz a publié des expériences faites en appliquant cette méthode, et qui conduiraient, suivant lui, à une conclusion contraire à la mienne, à savoir que l'hydrate de chloral ne peut se réduire en vapeur sans se décomposer entièrement, en produisant 4 volumes d'eau et 4 volumes de chloral anhydre en vapeur.

» Au début de mes recherches, et seulement pour des expériences préliminaires, j'avais opéré dans les conditions où s'est placé M. Wurtz, et obtenu les mêmes nombres que lui ([2]); mais j'avais en même temps reconnu que ces conditions sont absolument impropres à donner la solution rigoureuse du problème délicat que nous étudions en ce moment, à cause de la lenteur extrême avec laquelle s'effectue la dissociation de l'oxalate neutre de potasse, surtout en présence d'une vapeur.

» Les résultats que j'ai publiés dans ma précédente Communication avaient été obtenus en suivant une marche toute différente, que je n'avais pu décrire faute de place, et qui constitue, selon moi, le meilleur mode opératoire.

» Un volume exactement mesuré (1 centimètre cube environ, soit $1^{gr},500$) d'oxalate neutre de potasse pulvérisé, pur, sec et privé d'air par son séjour dans le vide, est introduit dans un tube d'Hofmann, dont la partie supérieure forme une chambre barométrique de 280 à 300 centimètres cubes. On maintient l'appareil à 78 degrés environ, au moyen d'un courant de

---

(1) J'ai annoncé dans la même séance (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 711) que j'appliquerais cette méthode aux sels ammoniacaux et à divers autres composés dont la densité de vapeur correspond à 8 volumes.

(2) La discussion des nombres ainsi obtenus par M. Wurtz, aussi bien que par moi, conduit d'ailleurs, comme je le montrerai dans mon Mémoire, à une conclusion complétement différente de celle qu'il énonce.

vapeur d'alcool, aussi longtemps qu'il est nécessaire pour que la force élastique de la vapeur d'eau y acquière à très-peu près la tension de dissociation pour cette température.

» Le sel ainsi effleuri est dans le meilleur état possible pour absorber rapidement de la vapeur d'eau. C'est alors qu'on introduit dans l'appareil d'Hofmann un poids déterminé d'hydrate de chloral.

» Au bout d'un quart d'heure environ, on note la pression et on la trouve égale à la somme des pressions calculées pour l'hydrate de chloral et la vapeur précédemment émise par l'oxalate de potasse. Il n'y a donc pas eu absorption sensible de vapeur d'eau, dans cette première partie de l'expérience.

» La pression ainsi observée n'est pas absolument stable dans les conditions ordinaires; elle augmente ou diminue lentement d'une petite fraction de sa valeur. C'est ce que l'on peut constater dans le tableau suivant, qui résume les nouvelles expériences que j'ai faites, en suivant cette marche, à une température qui est restée comprise entre $78°,4$ et $78°,6$ ([1]) :

	I.	II.	III.	IV.
Poids de l'hydrate de chloral employé	$0^{gr},1295$	$0^{gr},130$	$0^{gr},134$	$0^{gr},124$
Pression observée après l'introduction de l'hydrate de chloral	176^{mm}	172^{mm}	188^{mm}	$162^{mm},8$
Pression observée — 30 minutes après la première mesure	$174^{mm},5$	$171^{mm},5$	187^{mm}	$162^{mm},8$
Pression observée — 2 heures » »	171^{mm}	$170^{mm},2$	182^{mm}	$162^{mm},8$
Pression observée — 5 heures » »	169^{mm}	»	176^{mm}	$162^{mm},8$
Pression observée — 9 heures » »	167^{mm}	»	173^{mm}	»
Pression observée — 12 heures » »	$166^{mm},9$	»	173^{mm}	»
Volume final occupé par le mélange	$290^{cc},5$	$289^{cc},5$	$289^{cc},6$	289^{cc}
Tension correspondante de l'hydrate de chloral	$119^{mm},7$	$120^{mm},5$	124^{mm}	$115^{mm},1$
Excès dû à la dissociation du sel	$47^{mm},2$	$49^{mm},7$	49^{mm}	$47^{mm},7$

» Ces nouvelles expériences établissent, comme les anciennes, que l'oxalate neutre de potasse effleuri se trouve en présence d'un gaz qui ne lui cède, et cela très-lentement, qu'une très-petite quantité de vapeur d'eau.

» On pouvait se demander si la présence du chloral dans le mélange n'empêchait pas l'absorption rapide, par le sel effleuri, de la vapeur d'eau qui s'y trouverait à l'état libre. Il n'en est rien: quand, en effet, l'hydrate de chloral s'est vaporisé dans l'espace où se trouve le sel effleuri, et que

([1]) Je donnerai, dans une prochaine Communication, les expériences faites à la température de 100 degrés.

l'on a constaté la lenteur extrême avec laquelle varie la pression, j'introduis une ampoule contenant une quantité d'eau (10 à 12 milligrammes) inférieure à celle que fournirait l'hydrate de chloral s'il se décomposait en eau et en chloral anhydre au moment de la vaporisation.

» Dans ces circonstances j'ai constaté, et l'expérience a été répétée plusieurs fois, qu'au bout d'un quart d'heure les 40 centièmes environ et au bout d'une demi-heure les 60 centièmes de la vapeur d'eau introduite avaient été absorbés (¹); le reste finit par disparaître, mais plus lentement. Il en aurait été de même évidemment pour la vapeur d'eau provenant de l'hydrate de chloral, si cet hydrate s'était réellement décomposé en se vaporisant. Le tableau qui précède montre qu'il ne s'est rien produit de semblable.

» En résumé, je n'ai rien à changer aux conclusions de ma Note du 9 avril.

» Des expériences inédites, que M. Berthelot a bien voulu me communiquer, conduisent aux mêmes résultats; ceux-ci acquièrent ainsi une autorité que je ne saurais attribuer à mes propres travaux. »

CHIMIE. — *Dissociation de l'acide iodhydrique gazeux en présence d'un excès de l'un des éléments.* Note de M. G. LEMOINE.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 29 mars 1875), j'ai étudié l'équilibre chimique qui s'établit avec l'hydrogène et la vapeur d'iode pris à équivalents égaux. La température et la pression produisent toutes deux des variations considérables dans la vitesse avec laquelle le système tend vers l'équilibre : la pression ne change la grandeur de la limite que d'une manière restreinte.

» Que devient cet équilibre chimique des systèmes gazeux dans la dissociation, lorsque l'un des éléments est en excès? J'ai cherché à préciser cette *action de masse* en me plaçant exactement dans les mêmes conditions que pour mes premières expériences. Les déterminations ont toutes été faites à la température de 440 degrés, afin de produire l'équilibre en un petit nombre d'heures : l'état chimique des gaz était saisi par un refroidissement brusque. Sur une même quantité d'hydrogène je faisais agir successive-

(¹) Le sel était maintenu à une distance verticale de 35 centimètres au-dessus de la surface du mercure, sur laquelle se produisait la vaporisation de l'eau. La vapeur d'eau devait donc se diffuser dans le mélange gazeux pour arriver au contact du sel effleuri.

ment 1, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ de son équivalent d'iode. Deux séries d'expériences distinctes se rapportent, l'une à de fortes, l'autre à de faibles pressions (2^{atm},3 et 0^{atm},5 d'hydrogène à 440 degrés).

» Les résultats relatifs à l'équilibre peuvent être présentés sous deux formes distinctes :

» 1° On calcule immédiatement, d'après l'expérience, le rapport de l'hydrogène resté libre à l'hydrogène total introduit : si, en partant de l'acide iodhydrique pur, ce rapport est de 0,24, c'est que les 0,24 de ce gaz ont été décomposés. Les résultats sont exprimés ci-contre sous forme graphique et se trouvent comparés aux premières expériences publiées autrefois par M. Hautefeuille.

» 2° On déduit de là, par un calcul facile ou au moyen de la courbe, le rapport de l'acide iodhydrique dissocié à l'acide iodhydrique *possible*, c'est-à-dire à ce qui se formerait si tout l'iode était pris par l'hydrogène. Dans le cas des pressions fortes (2^{atm},3 d'hydrogène à 440 degrés), on trouve :

Rapports du nombre d'équivalents d'iode et d'hydrogène.	Rapport de HI dissocié à HI possible.	Rapport de HI persistant à HI possible.
1,000	0,24	0,76
0,784	0,17	0,83
0,527	0,14	0,86
0,258	0,12	0,88

» *Conclusions.* — Pour les pressions faibles, l'équilibre est assez lent à s'établir, mais la pression du gaz, c'est-à-dire le rapprochement des molécules d'iode et d'hydrogène, ne change que très-peu la grandeur de la limite : c'est ce que j'avais déjà trouvé pour le cas d'équivalents égaux.

» Rien n'indique des variations par sauts brusques dans la grandeur de la limite quand on change les proportions des deux corps.

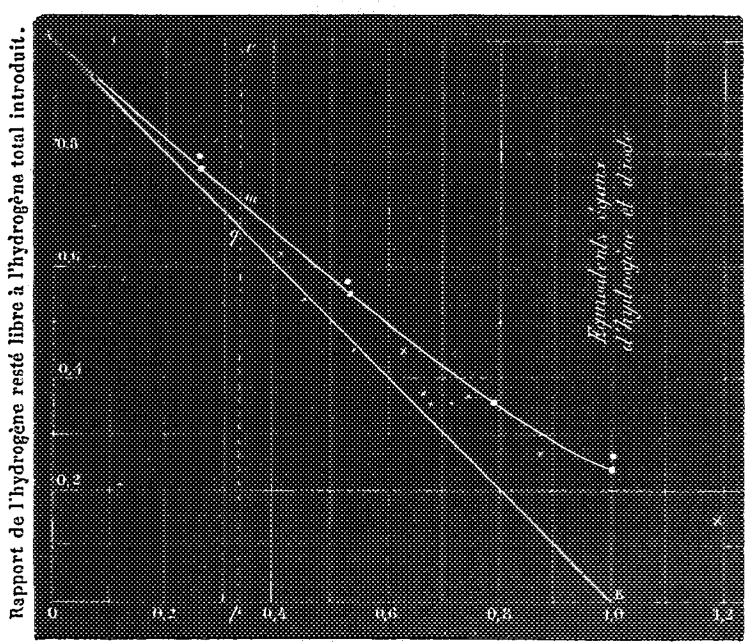
» Le résultat le plus important est la stabilité qu'un excès d'un des éléments donne à la combinaison : en mélangeant de l'acide iodhydrique avec des quantités croissantes d'hydrogène, la quantité d'acide iodhydrique dissociée diminuerait d'environ moitié.

» Cependant, le caractère de la dissociation semble ici toujours subsister, quelle que soit l'inégalité dans les proportions atomiques, car, en augmentant indéfiniment l'un des corps, on ne tend pas pour l'autre vers une combinaison totale : ainsi, à 440 degrés pour une quantité constante d'hydrogène, il y aurait encore 0,10 à 0,12 d'acide iodhydrique décomposé, en prenant une quantité infiniment petite d'iode.

» En résumé, l'*action de masse* donne une stabilité considérable aux corps composés dans la période de dissociation. Il y aura lieu de tenir compte de ce fait, au point de vue de la température des flammes, suivant qu'elles sont alimentées avec un excès plus ou moins grand de l'un des gaz.

Proportion d'hydrogène non combiné à 440 degrés.

(Le volume d'hydrogène OA = OB = 1 est constant et en excès par rapport à l'iode.)



Équivalents d'iode pour 1 équivalent d'hydrogène.

La figure représente trois séries distinctes : 1° la courbe comprend les expériences à pression forte 2° les points ronds au-dessus de la courbe sont les expériences à pression faible; 3° les croix indiquent les expériences de M. Hautefeuille.

En considérant les volumes gazeux pour un point *m* de la courbe, *pm* est le volume d'hydrogène resté libre, *mr* le volume d'hydrogène combiné et par conséquent le volume d'iode combiné; le volume de vapeur d'iode introduit = A*r* = *rq* (puisque AB est incliné à 45°) : *mq* est donc le volume d'iode non combiné.

Le rapport de l'acide iodhydrique dissocié à l'acide iodhydrique possible est donc celui des longueurs *mq* et *rq*.

Si tout l'iode se combinait, la courbe se réduirait à la droite AB.

Si pour une quantité infiniment petite d'iode il n'y avait plus dissociation, la courbe serait tangente à AB : c'est ce qui n'a pas lieu.

» Cette influence de la masse dans la dissociation des gaz concorde avec plusieurs faits analogues. Dulong a montré qu'un excès de carbonate de soude décompose les sels insolubles, et M. Malaguti a précisé les conditions

de l'équilibre. M. Wurtz, en déterminant la dénsité de vapeur du perchlorure de phosphore en présence d'un excès des éléments ($PhCl^3$), a reconnu que la dissociation devient beaucoup moindre. Des résultats semblables ont été obtenus par M. Berthelot dans l'action des alcools sur les éthers, par M. Friedel dans celle de l'oxyde de méthyle sur l'acide chlorhydrique.

» Toutes ces expériences ont été faites à l'École Polytechnique, dans le laboratoire de M. Fremy. »

CHIMIE. — *Sur la dissociation des sels ammoniacaux en présence des sulfures métalliques.* Note de MM. **Ph. de Clermont** et **H. Guiot**.

« Le chlorure d'ammonium dissout à froid une certaine quantité de sulfure de manganèse. Il ne se révèle point de décomposition, et le liquide ne renferme pas trace de sulfure d'ammonium. A l'ébullition l'action du chlorure d'ammonium est différente, et le phénomène qui a lieu alors est complexe. Nous l'avons analysé et nous avons été ainsi amenés à faire des expériences que nous continuons encore.

» Tout d'abord, nous avons fait bouillir pendant une heure du chlorure d'ammonium avec du sulfure de manganèse en excès; il s'est dégagé du sulfure d'ammonium et la liqueur, après filtration, contenait du chlore, du manganèse et de l'ammoniaque, mais tout le soufre avait disparu. L'hydrogène sulfuré provenant de la décomposition du sulfure de manganèse s'était combiné avec l'ammoniaque du chlorure d'ammonium pour donner du sulfure d'ammonium, et il s'était formé ou un sel de manganèse amidé, ou un sel double de manganèse et d'ammonium, ou un mélange de sel de manganèse et d'ammonium. La liqueur évaporée nous a fourni des cristaux rappelant le chlorure d'ammonium; ils ont été desséchés à 100 degrés, puis à 120 degrés pour chasser toute l'eau de cristallisation. L'analyse nous a conduits à admettre la formation d'un sel ayant la formule $MnCl^2(AzH^4Cl)^{16}, H^2O$.

» En poussant la réaction du chlorure d'ammonium sur le sulfure de manganèse à son extrême limite, nous n'avons plus observé la formation de sel double, et nous nous sommes trouvés en face d'une réaction différente.

» Ce qui nous avait aussi décidés à continuer l'ébullition était la manière d'agir du chlorure d'ammonium sur le sulfure de manganèse en vase clos à 200 degrés pendant dix heures. Nous n'obtenions jamais que 3 pour 100 de manganèse au lieu de 5 pour 100 dans le sel double.

» Nous avons donc fait bouillir dans un ballon muni d'un appareil de condensation 5 grammes de chlorure d'ammonium et 400 centimètres cubes d'eau avec un excès de sulfure de manganèse. Au bout de trente-deux heures et après addition successive de 4300 centimètres cubes d'eau, l'opération a été arrêtée. Pendant toute la durée de l'expérience, il avait passé du sulfure d'ammonium, dont la quantité était allée en diminuant; le liquide du ballon séparé de l'excès de sulfure de manganèse ne contenait plus que du chlorure de manganèse sans trace d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque. Toute l'ammoniaque du chlorure d'ammonium s'était combinée avec l'acide sulfhydrique provenant du sulfure de manganèse. Le liquide recueilli ne renfermait ni acide chlorhydrique ni acide sulfurique.

» Il est facile d'expliquer ces faits, d'autant plus inattendus que jusqu'alors on avait dit que le chlorure d'ammonium dissolvait purement et simplement du sulfure de manganèse et qu'on ne s'était pas attaché à un examen approfondi de la question. Voici ce qui se passe : le chlorure d'ammonium en solution aqueuse se dissocie à l'ébullition, et la quantité de sel dissocié est constante, les circonstances étant les mêmes, ainsi que le veulent les lois formulées par M. H. Sainte-Claire Deville. M. Fittig a étudié la dissociation du chlorure d'ammonium en présence de l'eau bouillante et a fait voir que de l'ammoniaque se volatilise et qu'il reste de l'acide chlorhydrique qui rend la liqueur acide. Dans l'expérience que nous avons faite, il y a dissociation du chlorure d'ammonium, et l'acide chlorhydrique, rendu libre, décompose le sulfure de manganèse en formant du chlorure de manganèse, tandis que l'acide sulfhydrique qui prend naissance distille avec l'ammoniaque; par suite, on recueille du sulfure d'ammonium. Mais, comme les produits de la dissociation du chlorure d'ammonium sont incessamment éliminés, l'acide chlorhydrique réagissant sur le sulfure de manganèse et l'ammoniaque se volatilisant, on revient à l'état initial et il y a de nouveau dissociation prévue par les lois mêmes de la dissociation. On comprend donc qu'en fin de compte tout le chlorure d'ammoninm, quelle qu'en soit la quantité, se dissocie dans les circonstances où nous avons opéré et au bout d'un temps plus ou moins long.

» Il est facile aussi d'après cela d'expliquer l'expérience en tube scellé dont nous avons parlé plus haut. Il y a là également dissociation du chlorure d'ammonium; mais, les produits de cette dissociation ne pouvant être éliminés dans les conditions de l'essai, le sulfure d'ammonium a continuellement réagi sur le chlorure de manganèse et régénéré du sulfure de manganèse

» Les résultats obtenus nous ont suggéré l'idée de faire agir sur le chlorure d'ammonium d'autres sulfures métalliques. Nous avons choisi le sulfure d'argent, un excès de ce corps étant chauffé avec du chlorure d'ammonium et de l'eau. La réaction a été tout autre qu'avec le sulfure de manganèse; une faible quantité de chlorure d'ammonium, inférieure à celle que fournit ce sel chauffé seul, a seulement été dissociée : il ne s'était pas formé trace de chlorure d'argent, et très-peu d'ammoniaque s'était volatilisée.

» Nous avons constaté que d'autres sels ammoniacaux, parmi lesquels nous citerons le sulfate et les sels à acides organiques, se comportent avec le sulfure de manganèse comme le chlorure d'ammonium.

» Les faits que nous avons observés nous conduisent à l'explication rationnelle des difficultés que l'on rencontre dans le dosage du manganèse par le sulfure d'ammonium en présence des sels ammonicaux, et qui ont été signalées à diverses reprises, notamment par M. Terreil, Spiller, How, Classen. En effet, le sel ammoniacal dissout à froid du sulfure de manganèse, mais sans le décomposer; à chaud, l'acide mis en liberté par suite de la dissociation du sel ammoniacal décompose une quantité correspondante de sulfure de manganèse, forme un sel soluble de manganèse, et ce dernier n'est précipité qu'autant qu'on ajoute une nouvelle dose de sulfure d'ammonium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi du fluorure de bore comme agent déshydratant.* Note de M. F. **Landolph**, présentée par M. Berthelot.

« Je me propose d'introduire un nouvel agent déshydratant dans la Chimie organique : je veux parler du fluorure de bore, et j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats que j'ai obtenus.

» I. *Camphre.* — Du camphre ordinaire, pulvérisé et chauffé légèrement, absorbe une grande quantité de fluorure de bore. Il se forme ainsi un produit cristallin qui présente un point de fusion de beaucoup inférieur à celui du camphre. Lorsqu'on cherche à distiller cette combinaison, il se dégage des torrents de vapeurs blanches à réaction acide, et il suffit de renouveler cette opération une deuxième fois pour régénérer le camphre et le rendre à peu près exempt de fluorure de bore. Pour qu'une déshydratation ait lieu, il est indispensable de chauffer la combinaison mentionnée en vase clos à 250 degrés pendant une durée de 24 heures. Dans ces conditions, les résultats sont des plus nets : le camphre disparaît totalement avec formation

d'acide borique, de gaz acide et d'un produit liquide formé par du cymène, volatil vers 180 degrés, et par un corps condensé volatil au-dessus de 350 degrés.

» II. *Anéthol.* — L'essence d'anis vert de Russie absorbe, à la température ordinaire, de grandes quantités de fluorure de bore. Le produit obtenu se partage également par la distillation en deux parties, dont la première distille de 120 à 250 degrés, la seconde au-dessus de 350 degrés. Après lavage à l'eau, on isole un liquide qui bout de 157 à 163 degrés, sans doute un carbure $G^{10}H^{16}$, correspondant à l'aldéhyde campholique que j'ai obtenu par l'oxydation de l'anéthol. J'y reviendrai.

» III. *Aldéhyde benzylique.* — Cet aldéhyde se combine directement avec le fluorure de bore en formant un produit cristallisé. Exposé à l'air, ce corps se décompose immédiatement en régénérant l'aldéhyde et avec formation d'acide borique et d'acide fluorhydrique. J'ai chauffé cette combinaison en vase clos à 250 degrés pendant vingt-quatre heures. On obtient ainsi une masse noire et dure, qui abandonne à l'éther une matière cristalline fusible de 123 à 124 degrés. Ce produit se dissout facilement dans l'alcool et l'éther. Il est peu soluble dans l'eau froide, mais il se dissout facilement dans l'eau chaude, d'où il se dépose par refroidissement.

» IV. Le fluorure de bore transforme le *chloral* rapidement en métachloral. L'*acide acétique* glacial m'a donné un peu d'acide acétique anhydre.

» V. L'*éthylène* forme avec le fluorure de bore un composé liquide d'une odeur assez agréable et qui bout de 125 à 127 degrés et brûle avec une flamme verte. En contact avec de l'eau, il se décompose avec violence, avec dégagement d'éthylène. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la présence ordinaire du cuivre et du zinc dans le corps de l'homme.* Note de MM. F. **Raoult** et H. **Breton**.

« La présence ordinaire d'une certaine quantité de cuivre et de zinc, dans le corps des animaux, a été indiquée depuis longtemps. Comme les toxicologistes agitent de nouveau la question, nous croyons utile de présenter à l'Académie les résultats d'une expertise judiciaire faite par nous, à la fin de l'année 1874, en vertu d'une ordonnance de M. le juge d'instruction de Grenoble. Voici la copie textuelle d'une partie du Rapport que nous avons rédigé à cette occasion, et qui nous semble présenter un intérêt général.

« .... Nous avons fait diverses expériences comparatives, sur des matières organiques non suspectes, en vue de savoir : 1° si le zinc et le cuivre ne peuvent, dans la suite des opérations, être fournis par les réactifs ou les appareils; 2° si ces métaux n'existent point naturellement, dans certaines matières animales ou végétales, analogues à celles qui ont été soumises à notre examen. Toutes ces expériences comparatives ont été faites par un même procédé, que voici en abrégé : les matières sont carbonisées avec un peu d'acide sulfurique pur; le charbon est chauffé au rouge sombre et, en grande partie, brûlé à l'air; lorsque la combustion devient difficile, à cause du ramollissement du résidu, on épuise celui-ci par un peu d'acide azotique et d'eau, on achève l'incinération, on traite les cendres par l'acide azotique et l'on réunit les liqueurs. On évapore à siccité. A partir de ce moment, on continue l'opération comme il a été dit plus haut. Dans tous les cas, nous nous sommes servis des mêmes réactifs et des mêmes appareils.

» *Première expérience :* Elle a porté sur 500 grammes de racine de réglisse sèche. Elle n'a fourni ni cuivre, ni zinc.

» *Deuxième expérience :* Elle a porté sur 400 grammes d'intestins provenant d'un homme vigoureux, noyé par accident; elle n'a point donné de zinc du tout, et elle n'a fourni que des traces de cuivre.

» *Troisième expérience :* Elle a été faite sur environ 700 grammes de foie (pesé humide) provenant d'un homme mort à l'hôpital de Grenoble, à la suite de l'opération de la taille. Elle a fourni 2 milligrammes de cuivre et 7 milligrammes de zinc.

» *Quatrième expérience :* Elle a porté sur environ 400 grammes de foie (pesé humide) pris sur un phthisique, mort à l'hôpital de Grenoble. Elle a donné 6 milligrammes de cuivre et 12 milligrammes de zinc.

» Il y a donc ordinairement, dans le corps de l'homme, du cuivre et du zinc, en quanté plus ou moins considérable. Si certains toxicologistes n'ont pas réussi à y découvrir ces métaux, c'est qu'ils n'ont pas toujours employé les moyens convenables. Le cuivre, en particulier, reste obstinément dans le charbon sulfurique, malgré les lavages prolongés avec l'acide azotique chaud, et, pour mettre ce métal en évidence, il est nécessaire d'incinérer le charbon; or c'est ce que tous les expérimentateurs ne font point. Cela peut tenir aussi à ce que le cuivre et le zinc manquent réellement chez certaines personnes. La proportion de cuivre et de zinc, dit *normal*, existant chez les divers individus, doit vraisemblablement varier beaucoup suivant leur âge, leur état de santé, la nature de leur alimentation et celle des ustensiles ordinairement mis en contact avec leurs boissons ou leurs aliments. Il en résulte que, pour avoir la preuve chimique d'un empoisonnement par les composés de cuivre et de zinc, il ne suffit pas de constater dans le cadavre l'existence de ces métaux : il faut constater, en outre, que la quantité de cuivre et de zinc, trouvée dans un poids donné de matières incriminées, est notablement supérieure à la quantité *maxima* qu'on peut trouver, par les mêmes moyens, dans le même poids d'autres matières provenant de personnes ayant vécu à peu près dans les mêmes conditions. Cela dit, nous allons présenter un tableau récapitulatif des résultats de nos analyses, rapportés, par le calcul, à *un kilogramme* de matière organique, tout en faisant remarquer que, les matières organiques ayant été pesées à des degrés différents d'humidité, ces résultats ne sont pas rigoureusement comparables.

	Cuivre.	Zinc.
1 kilogramme de bois de réglisse...........	néant	néant
» d'intestin d'un noyé.........	traces	néant
» de foie d'un calculeux........	3mgr	10mgr
» de foie d'un phthisique.......	15	30
» de foie de X (jeune femme)...	7	34
» de foie de Y (vieillard).......	10	76

» Les évaporations et les incinérations ont été faites dans des capsules de porcelaine, sur des fourneaux à gaz entièrement en fonte, préalablement frottés et nettoyés à fond par nous-mêmes, placés dans une cour, sous un hangar et loin du laboratoire. Les analyses ont été faites dans un laboratoire spécial, où l'on s'est abstenu, pendant tout le temps de l'expertise, de balayer, d'introduire des sels de cuivre et de zinc, d'employer des tubes de caoutchouc contenant de l'oxyde de zinc et même d'allumer des becs de Bunsen en cuivre.

» Si nous n'avons pas soumis ces recherches à l'Académie, à l'époque où elles ont été faites, c'est que nous pensions que la présence ordinaire du zinc et du cuivre, dans l'économie, était admise par la majorité des toxicologistes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le dosage en poids de l'ozone atmosphérique.* Note de M. **Albert Lévy**.

« M. Berthelot a signalé à l'Académie, il y a quinze jours, dans une Note *Sur le mécanisme des réactions chimiques*, l'influence que le platine exerce, par sa seule présence, sur la transformation de l'acide arsénieux et de l'arsénite de soude en acide arsénique et en arséniate de soude.

» Les dosages d'ozone que je fais chaque jour, depuis près d'une année, à l'Observatoire de Montsouris, sont précisément fondés sur la transformation de l'arsénite de potasse en arséniate, sous l'influence de l'ozone de l'air. Et comme, dans ces expériences, un barboteur de platine plonge dans le verre qui contient la dissolution d'arsénite, j'ai dû rechercher si la présence de ce platine n'altérerait pas mes résultats.

» Dans les conditions où j'opère, la durée du contact du platine avec l'arsénite étant naturellement limitée à vingt-quatre heures, durée beaucoup plus courte que celle des observations de M. Berthelot, qui ont eu lieu pendant deux mois, le platine n'agit pas d'une manière appréciable sur l'arsénite et les résultats que j'obtiens doivent être considérés comme parfaitement exacts.

» En effet, tous les jours, à midi, en même temps que je place un volume déterminé d'arsénite dans deux verres disposés l'un à la suite de l'autre et dont le second sert de contrôle, je titre, à l'aide d'une dissolution au millième d'iode, un même volume de cet arsénite *qui n'a eu aucun contact avec le platine.*

» Je n'ai jamais trouvé d'ozone en quantité appréciable dans le second verre ; le titre de l'arsénite de potasse qu'il contient est toujours resté très-sensiblement égal au titre de l'arsénite déterminé *directement* la veille. J'ai même cru pouvoir, après une expérience d'une année, supprimer ce second verre depuis un mois. Voici, comme exemple, les lectures obtenues du 1[er] au 10 mai 1877, jour où j'ai retiré le second barboteur :

1877.	Repère.	Premier verre.	Deuxième verre.
	cc	cc	cc
Mai 1........	19,29	17,03	19,28
2........	19,23	17,46	19,21
3........	19,16	18,06	19,17
4........	19,13	17,10	19,06
5........	19,00	17,96	19,00
6........	18,89	17,94	18,96
7........	18,73	17,72	18,82
8........	18,59	17,47	18,60
9........	18,47	15,00	18,47

» Les petites différences que présentent entre eux les nombres de la première et ceux de la troisième colonne sont comprises dans la limite des erreurs de lecture. J'évalue, en effet, cette erreur de lecture à 3 gouttes de la dissolution d'iode, soit à $\frac{1}{10}$ de centimètre cube, correspondant à un poids de $0^{mgr},00072$ d'oxygène. Le volume d'air qui pénètre dans le barboteur étant d'environ 3 mètres cubes et demi par jour et les nombres publiés chaque mois dans les *Comptes rendus* de l'Académie, parmi les observations météorologiques faites à Montsouris, étant rapportés à 100 mètres cubes d'air, ces nombres peuvent être affectés d'une erreur égale à $\frac{0^{mgr},00072 \times 100}{3,5} = 0^{mgr},02$. Or je ne donne que le $\frac{1}{10}$ de milligramme.

» J'ajoute enfin que la dissolution d'arsénite que j'emploie diminue chaque jour de titre et d'une manière assez régulière, ainsi qu'on peut le voir en comparant les repères des dix premiers jours de mai.

» En résumé, l'influence exercée par le platine sur l'arsénite de potasse ne se manifeste pas dans les circonstances où j'opère et les résultats que j'obtiens ne sont pas affectés d'une manière appréciable par cette cause d'erreur. »

« M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le Prince *Boncompagni*, des livraisons de janvier, février et mars 1877 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*

» Le numéro de janvier contient un Mémoire fort étendu de M. l'ingénieur Fernando Jacoli, « Sur la vie et les travaux de A.-M. Lorgna », au nombre desquels se trouvent plusieurs manuscrits de Mathématiques, de Physique et d'Astronomie conservés dans la Bibliothèque communale de Vérone. Dans le numéro de février se trouvent, sous le titre de « Note » (p. 75-88), un autre travail de M. Jacoli, sur la détermination de l'obliquité de l'écliptique, par Domenico-Maria Novara, le maître de Copernic; puis une annonce très-étendue des publications scientifiques récentes en toutes langues (p. 89-126). « La livraison de mars renferme un Mémoire de M. Édouard Lucas: *Recherches sur plusieurs ouvrages de Léonard de Pise et sur diverses questions d'Arithmétique supérieure.* »

« M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. *Enrico Narducci,* d'un Mémoire extrait de l'Académie royale des *Lincei,* qui a pour titre: *Intorno ad un manoscritto della Bibliotheca alessandrina, contenente gli apici di Boezio senz' abaco e con valore di posizione;* et, de la part de M. *H.-G. Zeuthen*, d'un Mémoire sur la *Statique graphique*, en langue danoise, extrait du *Journal de Mathématiques* de Copenhague 1877. »

« M. **Chasles** dépose aussi sur le Bureau les livraisons de février-mai 1877 du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, rédigé par MM. Darboux, J. Hoüel et Tannery, publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. »

M. **L. Hugo** adresse une Note sur une colonne lumineuse qu'il a observée au-dessus du disque lunaire. (Extrait.)

« Je reconnus au-dessus du disque lunaire une couche striée parallèlement à l'horizon, la Lune étant peu élevée, et dans cette couche légère une colonne lumineuse verticale pouvant avoir 8 diamètres lunaires. »

M. **L. Godefroy** adresse une relation détaillée d'un coup de foudre qui s'est produit le 14 mai 1877 au hameau de Heurdy, auprès de Boulay, dans le département du Loiret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 JUILLET 1877.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX, J. HOUEL et J. TANNERY; 2e série, t. I, février à avril 1877. *Tables des matières et noms d'auteurs,* t. XI, 2e semestre 1876. Paris, Gauthier-Villars, 1876-1877; 5 livr. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Loire. Saint-Étienne. Compte rendu des travaux. Saint-Étienne, impr. Théolier, 1876; in-8°.

Bulletin de la Société d'étude des Sciences naturelles de Béziers. Compte rendu des séances (extrait des Procès-Verbaux); décembre 1876, 1re année. Béziers, impr. Rivière, 1877; in-8°.

Sur un nouvel exemple de la réduction des démonstrations à leur forme la plus simple et la plus directe; par M. L. LALANNE. Paris, Gauthier-Villars, 1877; in-8°. (Extrait des *Nouvelles Annales.*)

L'utilisation et l'aménagement des eaux. Rapport présenté à la Section de génie rural; par M. Ch. COTARD. Paris, impr. Donnaud, 1876; br. in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Moteurs à vapeur. Expériences dirigées par M. G. HIRN, *exécutées en* 1873 *et* 1875 *par MM. Dweslshauvers-Dery, W. Grosseteste et O. Hallauer.* Mémoire présenté à la Société industrielle de Mulhouse dans sa séance du 25 octobre 1876 par O. HALLAUER. Mulhouse, impr. veuve Bader, 1877; in-8°. (Présenté par M. Rolland.)

Description du procédé quasi-linéaire simple ou composé, précédé d'une Revue historique et iconographique des divers modes et instruments employés dans l'extraction de la cataracte; par le Dr A. STŒBER. Paris, Berger-Levrault et J.-B. Baillière, 1877; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de résolution de M. HUBERT-DELISLE *et plusieurs de ses collègues, tendant à la nomination d'une Commission de dix-huit membres pour examiner la question concernant l'amélioration et l'achèvement des voies navigables de l'intérieur; par* M. HUBERT-DELISLE. Versailles, impr. du Sénat, 1877; in-4°. (Annexe au

Procès-Verbal de la séance du Sénat, du 18 mai 1877.) (Présenté par M. de Lesseps.)

Le Rhône à Marseille. L'étang de Berre et le port de Bouc. Marseille, impr. Samat, 1876; in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Sézanne au point de vue préhistorique; par le Dr E. Robert. Sézanne, impr. A. Patoux, 1877; br. in-8°.

Note sur une expression approchée du contour elliptique; par A. A. S. Nancy, impr. E. Réau, 1877; opusc. in-8°.

Études sur les applications de l'acide salicylique; par A. Schlumberger. Bruxelles, 1876; br. in-8°.

Minutes of proceedings of the institution of civil engineers; with other selected and abstracted papers; vol. XLVII-XLVIII, session 1876-1877, Part I, II. London, 1877; 2 vol. in-8° reliés.

Reale Accademia dei Lincei, anno CCLXXIV (1876-1877), *intorno ad un Manoscritto della Biblioteca alessandrina, contenente gli apici di Boezio senza abaco e con valore di posizione; per* E. Narducci. Roma, Salviucci, 1877; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni; t. X, gennaio, febbraio, marzo 1877. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1877; 3 livr. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Contribucion al estudio del tanino de la yerba-mate (ilex paraguayensis, *St. Hil.*)*; por* P.-N. Arata. Buenos-Aires, impr. Pablo et Coni, 1877; br. in-8°.

Enumeratio insectorum norvegicorum fasciculum IV, Catalogum dipterorum continentem, auctore H. Siebke defuncto, edidit J. Sparre-Schneider. Christianiæ, typis Brœgger, 1877; in-8°.

Nieuwe Verhandelingen van het bataafsch genootschap der prœfondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam. Rotterdam, van Hengel et Eeltjes, 1876; in-4°.

Ueber die Natur und Wesenheit der Syphilis und deren Behandlung ohne Merkur; von Dr J. Hermann. Wien, Spies and C°, 1876; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUILLET 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur l'alcoolate de chloral.* Note de M. AD. WURTZ.

« La combinaison du chloral anhydre avec l'alcool, alcoolate ou éthylate de chloral, est le dérivé éthylé de l'hydrate de chloral : il est à ce dernier ce que l'alcool est à l'eau. Son point d'ébullition, situé à 116 degrés, est plus élevé que celui de l'hydrate, ce qui serait une anomalie s'il s'agissait de combinaisons pouvant bouillir sans décomposition ; car on sait que le point d'ébullition des dérivés éthylés de l'eau et des acides est situé plus bas que celui des composés hydrogénés correspondants. Mais cette règle ne se vérifie pas dans le cas présent, par la raison que ni l'hydrate de chloral, ni l'éthylate ne sont volatils sans décomposition. Il en est ainsi pour l'éthylate, du moins à en juger par sa densité de vapeur, qui répond, comme celle de l'hydrate, à 4 volumes. Prise à 100 degrés dans

l'appareil de Hofmann, cette vapeur est complétement décomposée. Voici les données de l'expérience :

Poids de l'éthylate de chloral..................	$0^{gr},094$
Pression (température 27 degrés)................	$0^{m},7557$
Hauteur de la colonne mercurielle à 100 degrés.....	$0^{m},514$
» corrigée............................	$0^{m},5081$
Tension de la vapeur de l'éthylate de chloral........	$0^{m},2476$
Densité trouvée..............................	3,33
» calculée pour $C^2HCl^3O + C^2H^6O = 4$ vol...	3,35

» Dans cette vapeur dissociée, formée de chloral anhydre et d'alcool, l'oxalate de potasse hydraté doit perdre son eau comme dans l'air. Le sel cristallisé et bien privé d'eau hygroscopique et d'eau d'interposition ayant été introduit, avec les précautions déjà indiquées, dans la vapeur dissociée de l'alcoolate de chloral, la colonne mercurielle, qui s'était arrêtée à $0^{m},514$, s'est abaissée en une heure et demie à $0^{m},417$, c'est-à-dire de près de 100 millimètres. Ce fait prouve que la déshydratation de l'oxalate de potasse cristallisé s'accomplit dans la vapeur d'alcoolate de chloral avec autant de facilité que dans l'air. On sait, d'après mes expériences, qu'il n'en est pas ainsi pour la vapeur de l'hydrate de chloral, preuve évidente que celle-ci renferme de l'eau. »

AGRICULTURE. — *Réponse à la dernière Note de M.* Roudaire *au sujet de la mer intérieure du Sahara.* Note de M. C. NAUDIN.

« Dans sa réponse aux objections que j'ai soulevées contre le projet de créer une mer artificielle en Algérie, M. le capitaine Roudaire me paraît s'être mépris sur l'application que j'ai faite du mot *hypothèse*. Ce mot ne s'adressait point à ses observations, mais seulement aux conjectures qu'on a cru pouvoir étayer sur elles. Personne, plus que moi, ne rend justice au talent et à la persévérance avec lesquels M. le capitaine Roudaire s'est acquitté d'une tâche laborieuse et qui n'était pas exempte de périls; personne, non plus, je crois pouvoir le dire, ne comprend mieux l'avantage qu'il y aurait pour l'Algérie à voir sa région saharienne transformée en une vraie mer, profonde, permanente, indéfiniment navigable et largement rattachée à la Méditerranée. Le dissentiment qui nous sépare roule tout entier sur ce point : les conditions étant ce qu'elles sont, le remplis-

sage des chotts par l'eau de la Méditerranée amènerait-il le résultat désiré? La question est assez importante pour mériter d'être discutée et examinée sous toutes ses faces.

» Je n'ai jamais douté que l'évaporation ne dût être très-forte à la surface de la mer intérieure, et je ne regarde pas comme hypothétique le chiffre de 39 millions de mètres cubes d'eau enlevés chaque jour à cette mer par la chaleur du Soleil, mais ce que je tiens toujours pour une hypothèse, c'est que l'Algérie bénéficie sensiblement de cette évaporation. Quelque considérable qu'elle soit, tout le monde m'accordera qu'elle est insignifiante à côté de celle qui se produit sur la surface entière de la Méditerranée, dont les vapeurs, entraînées par les vents qui balayent cette mer en long et en large, sont dispersées sur tous les pays riverains. L'Algérie en a sa part, et si ce n'est point pour elle l'unique source de la pluie, c'en est du moins la plus immédiate et peut-être la plus importante. Les vapeurs enlevées à la mer saharienne s'y ajouteront, sans en grossir beaucoup le total, et elles auront la même destinée. Que le massif de l'Aurès condense ces vapeurs en brouillards et en nuages quand le vent soufflera du bon côté, ce ne sera pas une raison suffisante pour qu'elles retombent en pluie là où on le voudrait, surtout dans la saison d'été. Ces montagnes ne sont pas assez hautes pour arrêter les vents du sud, puisqu'ils se font encore sentir (siroco) jusque sur le midi de l'Europe, et par conséquent il est très-vraisemblable qu'ils entraîneront beaucoup plus loin les vapeurs, même condensées en nuages, qu'ils auront enlevées à la mer intérieure. Une preuve que les montagnes ne suffisent pas à elles seules pour réaliser les conditions de la pluie nous est fournie par les massifs montagneux qui limitent, au nord, les plaines du bas Languedoc et de la Provence. Ces plaines, quoiqu'elles confinent à la mer, n'en sont pas moins exposées à des sécheresses fréquentes et quelquefois désastreuses. Cependant les Cévennes, le Ventoux et les Alpines, situés à 8 ou 10 degrés de latitude plus au nord que l'Aurès, doivent être au moins d'aussi bons condenseurs de la vapeur d'eau que ce dernier. C'est que les conditions qui déterminent la chute de la pluie sont complexes; et, si l'altitude des lieux y contribue, comme nous l'apprennent les observations météorologiques, le climat général et surtout les courants d'air de différentes températures, qui règnent dans les haute et moyenne régions de l'atmosphère, jouent un rôle prépondérant dans le phénomène.

» Je n'insiste pas sur ces menus détails et je fais aux partisans de la mer saharienne toutes les concessions qu'ils peuvent désirer sur ce point. Supposons donc que le projet, pris au sérieux, ait été exécuté. Tous les travaux ont marché à souhait : le canal est ouvert, les chotts sont remplis jusqu'aux bords, leurs rivages rapidement inclinés, presque abruptes même, ont une bonne profondeur d'eau et la navigation commence. Combien de temps cet état de choses durera-t-il? C'est ce dont nous allons chercher à nous rendre compte.

» Comme toutes les mers, grandes ou petites, la mer saharienne aura ses tempêtes; les vents violents de la région en bouleverseront la surface et les vagues viendront battre ces rivages jusque-là si nettement dessinés. Des grèves s'y formeront, et les terres affouillées par le flot seront entraînées sous l'eau et se déposeront à quelque distance, adoucissant la pente et exhaussant le fond. Dans la saison des pluies, les cours d'eau, plus ou moins torrentueux, suivant la région qu'ils auront traversée, déposeront, à leur entrée dans la petite mer, le gravier et le limon qu'ils auront ramassés sur leur parcours. Il s'y formera des atterrissements, puis des deltas, avec leur accompagnement habituel de lagunes d'eau douce et d'eau saumâtre. Quand ces accidents se produisent aux bords d'une vaste mer, ils peuvent, malgré de sérieux inconvénients, passer inaperçus, mais ils ont une tout autre gravité quand il s'agit d'une mer aussi resserrée et aussi peu profonde que celle qui nous occupe. Il est évident, en effet, que ces apports sans cesse renouvelés de matériaux solides dans un bassin fermé en exhausseront insensiblement le fond, et qu'avec le temps, en quelques siècles tout au plus, ils auront assez comblé la petite mer pour y rendre la navigation impossible.

» Mais ce n'est là encore, selon moi, que le moindre des dangers qui menaceront la mer saharienne. Le plus grand de tous lui viendra précisément de ce canal sans lequel elle ne saurait exister. Remarquons bien qu'il ne s'agit pas ici d'un simple canal de communication entre deux mers situées à très-peu près ou tout à fait au même niveau, comme celui de Suez par exemple, mais d'un canal de remplissage, avec un courant dont le volume et la vitesse devront être en proportion de la capacité du bassin à remplir. D'après les évaluations de M. le capitaine Roudaire, le canal devra chaque jour restituer à la mer les 39 millions de mètres cubes d'eau que l'évaporation lui aura fait perdre, faute de quoi le niveau s'abaisserait rapidement. Se fait-on une idée bien nette d'un pareil volume d'eau et de

sa puissance d'érosion lorsqu'il est en mouvement? Un cours d'eau capable d'amener en vingt-quatre heures 39 millions de mètres cubes d'eau sur un point donné est un fleuve, on peut même dire un grand fleuve, car ces 39 millions de mètres cubes reviennent à un débit de 451 mètres cubes d'eau par seconde. La Seine, à Paris, en temps ordinaire et coulant avec une vitesse de $0^{m},60$ à $0^{m},65$ par seconde, débite, dans le même temps, 130 mètres cubes d'eau; la Garonne, à Toulouse, 150 mètres cubes (¹). Ainsi, en supposant l'eau du canal animée de la même vitesse que celle de ces deux rivières, le fleuve artificiel dont il aura fallu creuser le lit aura *trois fois le volume* de la Garonne à Toulouse et près de *trois fois et demie* celui de la Seine à Paris. Je laisse à penser ce que sera un pareil travail et quelles dégradations le passage de cette énorme quantité d'eau occasionnera aux parois du canal dans des terrains ameublis par les machines et les outils.

» Ce sera bien autre chose encore au moment des crues, car ce canal aura des crues. M. le capitaine Roudaire a soin, en effet, de nous avertir que, dans les fortes chaleurs de l'été et principalement sous l'influence des vents brulants du Sahara, l'évaporation pourra être doublée et que la petite mer intérieure perdra par là, dans les vingt-quatre heures, jusqu'à 78 millions de mètres cubes d'eau. Naturellement le canal devra répondre à l'appel fait par ce vide; il débitera alors 900 mètres cubes à la seconde, c'est-à-dire à peu près *une fois et demie* la quantité d'eau qui passe sous les ponts du Rhône, à Lyon, et avec la même vitesse. Il n'est pas possible de croire que les berges du canal résistent à un pareil torrent; elles seront emportées par l'eau, elles obstrueront le canal et ce qui en arrivera à la mer intérieure y formera des atterrissements plus considérables encore que ceux que je signalais plus haut. Le seul moyen d'empêcher ces dévastations serait de donner au canal une section assez grande (et elle devrait être vraiment énorme) pour que le courant fût presque insensible par tous les temps. Mais, eût-on fait ce travail gigantesque, on n'en serait pas beaucoup plus avancé, ainsi qu'on va le voir.

» L'eau de mer n'est pas toujours pure. Dans les gros temps les vagues qui s'abattent sur les plages y soulèvent de la vase et du sable, et elles se troublent sur une zone plus ou moins large, suivant la force et la durée de la tempête. Ces eaux troubles entreront immanquablement dans le canal,

(¹) J'emprunte ces chiffres au *Traité élémentaire de Mécanique* de M. Delaunay.

et iront épaissir la couche de sédiments qui, par d'autres causes, se seront déjà déposés dans le bassin de la mer intérieure. Le canal lui-même s'ensablera, et par quel moyen le désencombrer si ce n'est en faisant entraîner par l'eau, toujours vers la mer intérieure, les matériaux déposés sur son fond? Il ne faut pas oublier que, si ce canal est un fleuve artificiel, c'est aussi *un fleuve à rebours,* qui tire sa source de la mer au lieu d'y porter ses eaux.

» Enfin il y a un autre point dont il ne semble pas qu'on se soit beaucoup préoccupé jusqu'ici. L'eau de mer tient en dissolution diverses substances qui s'en séparent à l'état solide quand elle est arrivée à son maximum de saturation, et celle de la Méditerranée est particulièrement riche sous ce rapport. Tant en sel ordinaire qu'en chlorures de magnésium et de potassium, en sulfates et carbonates de magnésie et de chaux, et quelques autres substances, elle contient sur 1000 parties, en poids, 41,64 parties de matières qui se précipitent à l'état solide, quand l'évaporation l'a suffisamment concentrée. En supposant que le mélange de ces diverses substances ait trois fois la densité de l'eau (celle du chlorure de sodium est 2,13), 1000 mètres cubes de cette eau, en s'évaporant, laisseraient un résidu solide de 15 à 16 mètres cubes. Qu'on juge, par là, de ce que produira l'évaporation journalière de 39 millions de mètres cubes, dès que la totalité de l'eau de la mer intérieure sera arrivée à son point de saturation! On voit que les sédiments formés de cette manière sont loin d'être négligeables.

» La mer intérieure du Sahara ne sera jamais qu'un bassin fermé, dans lequel s'accumuleront sans cesse et sans relâche des dépôts de toute nature, provenus de sources diverses, et dont il n'y aura aucun moyen de la débarrasser, car il ne faudrait pas espérer leur faire remonter le canal qui les aurait apportés. Elle s'encombrera inévitablement et peut-être en beaucoup moins de temps qu'on ne serait tenté de le croire au premier abord. L'énorme travail auquel on se serait livré n'aurait donc abouti, comme je le disais précédemment, qu'à créer un immense marais, source de pestilence pour les générations futures. Y a-t-il lieu de s'étonner si, devant une telle perspective, le projet, d'ailleurs séduisant, de M. le capitaine Roudaire a trouvé quelques incrédules? »

PHYSIQUE. — *De la transmission électrique à travers le sol par l'intermédiaire des arbres.* Note de M. **Th. du Moncel.**

« La question de la conductibilité électrique des arbres dans ses rapports avec celle de la terre préoccupe depuis longtemps les savants, non-seulement au point de vue de la faculté plus ou moins grande que peuvent avoir les arbres d'attirer et de conduire la foudre, mais encore au point de vue des déperditions électriques qu'ils peuvent occasionner sur les lignes télégraphiques, lorsque ces lignes sont fortuitement mises en contact, comme cela arrive souvent, avec quelques-unes de leurs branches. Les données qu'on possède sur cette double question étant très-vagues et très-insuffisantes, j'ai cru devoir entreprendre, dans cet ordre d'idées, quelques expériences précises, et je leur ai appliqué les moyens d'investigation dont j'avais déjà fait usage dans mes recherches sur la conductibilité des corps médiocrement conducteurs.

» La conductibilité des arbres, nous devons le dire tout d'abord, etant, en somme, très-faible, j'ai dû avoir recours, pour l'étudier, à mon galvanomètre sensible, et comme je me trouvais, avec mon rhéostat et mes systèmes de bobines étalonnées, limité à une résistance totale ne dépassant pas 3000 kilomètres de fil télégraphique, j'ai dû avoir recours, pour mes déterminations de résistances, à des calculs basés sur l'emploi des dérivations galvanométriques, méthode que j'avais du reste employée dans mes premières études sur ce genre de recherches. Cette méthode, comme on le sait, consiste à faire passer, à travers la résistance à mesurer et un galvanomètre sensible, le courant d'une pile constante qui se bifurque aux deux extrémités du fil galvanométrique pour passer plus ou moins facilement à travers une dérivation que l'on choisit d'une résistance convenable pour fournir des déviations appréciables. On substitue alors à la résistance inconnue des résistances étalonnées que l'on dispose de manière à ramener au même degré de déviation l'aiguille du galvanomètre. Toutefois, pour étendre les limites de mes mesures avec les résistances étalonnées que j'avais en ma possession, j'ai employé un autre moyen, et au lieu de ramener l'aiguille à la déviation indiquée, en faisant varier les résistances étalonnées (la dérivation galvanométrique restant constante), je suis parti *d'une résistance constante que je prenais assez considérable, et j'égalisais les déviations en faisant varier la résistance de la dérivation galvanométrique.* Cette résistance constante était représentée, dans mes expériences, par l'un des

côtés de mon pont de Wheatstone, et correspondait à $1024^{km},500$ de fil télégraphique. Dans ces conditions je pouvais poser, en appelant g la résistance du galvanomètre, d, d' les résistances des dérivations galvanométriques, r la résistance de la pile et des fils de communication, R la résistance constante de $1024^{km},500$, x la résistance de l'arbre, E la force électromotrice de la pile :

» 1° Dans l'expérience faite sur l'arbre,

$$I = \frac{Ed}{(r+x)(g+d)+gd};$$

» 2° Dans l'expérience faite avec le rhéostat pour obtenir la déviation I,

$$I = \frac{Ed'}{(r+R)(g+d')+gd'},$$

et, de ces deux équations, je pouvais déduire la valeur de x ou la résistance de l'arbre, qui était donnée par l'équation

$$x = \frac{d}{d'}\left(r+R\right)\frac{g+d'}{g+d} - r.$$

» Les arbres sur lesquels j'ai d'abord expérimenté étaient un *tulipier* et un *érable*, placés devant mon laboratoire, l'un à une distance de $24^{m},20$, l'autre à une distance de $12^{m},80$. La circonférence de leur tronc à hauteur d'homme était de $1^{m},55$ pour le premier, et de $1^{m},42$ pour le second. Les communications électriques étaient faites à l'aide de lames de platine, de 9 centimètres carrés de surface, introduites dans des entailles pratiquées sur une des principales branches de chacun de ces arbres, dans le voisinage du tronc, et la hauteur de ces entailles au-dessus du sol était de $7^{m},85$ pour le tulipier et de $6^{m},44$ pour l'érable. Une plaque de terre en zinc, de 60 décimètres carrés de surface, enterrée à 1 mètre au-dessous de la surface du sol, et qui m'avait déjà servi pour mes expériences sur les courants telluriques, était employée comme complément du circuit de chaque arbre; mais je pouvais, d'autre part, constituer un circuit à l'aide des deux fils aboutissant aux deux arbres, en faisant jouer à ceux-ci le rôle d'électrodes par rapport à la terre.

» Les déviations fournies dans ces diverses conditions ont été très-différentes par les temps secs et par les temps humides, et ont été, comme on devait s'y attendre, le plus fortes par les temps humides. Toutefois nous ne considérerons que les résultats obtenus par les temps secs, et voici quels

ils ont été, avec une dérivation galvanométrique de 8 kilomètres :

	Pour un sens du courant.		Pour le sens inverse.	
	Début.	5m après.	Début.	5m après.
1° Le courant circulant à travers le circuit complété par les deux arbres et la terre......	60°	62°	61°	61° ½
2° Le courant circulant à travers le tulipier et la terre..............................	82 ½	83	81 ½	81
3° Le courant circulant à travers l'érable et la terre..............................	81	82	80 ¼	80
4° Le courant passant seulement à travers la terre et les deux électrodes de 9 centimètres carrés de surface (la dérivation n'étant plus que de 1 kilomètre) (¹)................	72	74	72	73

» Avant chaque expérience on s'est assuré de l'intensité des courants locaux traversant chacun des circuits. Lors de la première expérience, on n'a obtenu que des courants fugitifs. Lors de la seconde expérience, le courant local était naturellement dirigé de la lame de platine à la plaque de terre, à travers le galvanomètre, et par conséquent, l'arbre était positif par rapport à la plaque. Il en a été de même lors de la troisième expérience, et le courant local fournissait comme l'autre une déviation de + 87° ½.

» Le passage du courant de la pile à travers ces différents circuits a eu pour résultat, comme dans les différentes expériences de ce genre, de fournir des courants de polarisation très-énergiques, variant de (90°-87°) à (90°-80°), et qui s'évanouissaient plus ou moins lentement suivant qu'ils marchaient dans le même sens ou en sens contraire du courant local, lequel finissait quelquefois par reparaître en inversant la déviation.

» Pour obtenir, avec le système rhéostatique décrit précédemment, la mesure des résistances des circuits, il a fallu, comme nous l'avons dit, disposer la partie variable de ce système de manière à reproduire les diverses déviations constatées dans les différentes expériences. Or, pour y arriver, on a dû employer des dérivations galvanométriques de 1100 mètres dans le premier cas, de 4500 mètres dans le deuxième, de 3500 mètres dans le troisième, de 1800 mètres dans le quatrième, ce qui donne pour résistance de ces divers circuits, en dehors de la pile :

	Fil télégraphique.		
	km		
Pour la première expérience......	7414,959	ou	74149 Ohms.
Pour la deuxième expérience......	1819,636	ou	18196
Pour la troisième expérience......	2329,252	ou	23292
Pour la quatrième expérience.....	569,380	ou	5694

» Pour reconnaître le rôle des racines dans la transmission alors effectuée à travers le sol, j'ai pratiqué au bas du tulipier, à ras de terre, une entaille dans laquelle j'ai introduit une électrode de platine de mêmes di-

(¹) Les deux électrodes étaient enterrées au pied des deux arbres.

mensions que les autres, et j'ai cherché à mesurer la résistance de l'arbre entre les deux électrodes qui lui étaient adaptées. J'ai d'abord constaté la présence d'un courant local persistant, pour lequel la lame de platine placée à la partie supérieure de l'arbre constituait un pôle positif. Ce courant, qui existe chez tous les arbres, fournissait une déviation de 18 à 20 degrés. Le courant de la pile ayant ensuite été transmis à travers l'arbre, j'ai trouvé, avec la dérivation galvanométrique de 8 kilomètres, les déviations $+78^\circ$ et $+79^\circ$ pour un sens du courant et -76° et -78° pour l'autre sens. La dérivation du système rhéostatique correspondant à 78 degrés étant 2700 mètres, je pouvais en conclure que la résistance du tulipier entre les deux électrodes et sur une longueur de $7^{m},85$ était de $3030^{km},289$, résistance beaucoup plus grande que celle fournie par l'arbre et la terre avec l'intervention, il est vrai, de la plaque de terre ([1]). J'ai voulu alors connaître la résistance fournie par le sol entre la plaque de terre et l'électrode de platine du bas du tulipier, les racines seules de l'arbre étant interposées entre le circuit métallique et la terre. J'ai obtenu avec une dérivation galvanométrique de 1 kilomètre une déviation de 83 degrés, ce qui correspond à une résistance de $185^{km},786$. Or, si l'on compare ce chiffre à celui représentant la résistance de la terre avec l'une des électrodes de platine enterrée et à celui qui donne la résistance du circuit entre la première électrode du tulipier et la plaque de terre, on trouve que *les racines d'un arbre constituent d'assez bons organes de transmission électrique avec le sol*, et qui sont même quelquefois préférables à des électrodes métalliques de petites dimensions, puisque, d'un côté, elles diminuent la résistance totale du circuit (représentée surtout par l'arbre lui-même), dans le rapport de $1819^{km},636$ à $3030^{km},289$, et celle du sol dans le rapport de $185^{km},786$ à $252^{km},655$.

» Il s'agissait, d'un autre côté, de connaître la résistance des arbres depuis leurs feuilles jusqu'au sol; et, pour obtenir cette indication, j'ai emprisonné, entre deux petites lames de bois que je pouvais serrer avec des pinces, deux feuilles de l'érable appartenant à l'une des branches du milieu de l'arbre. Ces deux feuilles étaient mises en contact avec une lame de platine placée également entre les petites lames de bois et reliée directement au galvanomètre. Le circuit se trouvait, de cette manière, complété par

([1]) J'ai trouvé à peu près la même résistance pour le polonia et le platane; elle était, pour un écartement de $6^{m},44$ entre les électrodes, de $3019^{km},877$ pour l'un et de $3101^{km},105$ pour l'autre

l'arbre, la terre et la plaque de terre. Il a fallu, cette fois, pour obtenir des déviations appréciables, établir une dérivation galvanométrique de 256 kilomètres, et j'ai obtenu, alors, pour un sens du courant, une déviation de 46 degrés, qui s'est maintenue entre 45 degrés et 46 degrés et, pour l'autre sens, une déviation de 43 degrés à 44 degrés. Or, pour obtenir ces déviations avec la résistance constante de $1024^{km},500$, il a fallu introduire des dérivations galvanométriques de 400 et de 500 mètres, ce qui donne pour résistance de l'arbre, depuis ses feuilles et y compris le sol, $489065^{km},757$ dans un cas, et $391304^{km},754$ dans l'autre. Avec des arbres à feuilles larges, comme le polonia, ces résistances sont moindres, et je les ai trouvées, en moyenne, de $173565^{km},237$.

» Les arbres n'étant conducteurs que par les liquides qu'ils contiennent, ainsi que je l'ai démontré dans mes premières recherches sur les corps ligneux, il doit en résulter que la faculté qu'ils ont de transmettre un courant électrique doit varier suivant les saisons et être en rapport direct avec leur vigueur de végétation, leur âge, leur grosseur, le nombre et l'étendue de leurs racines, la contexture plus ou moins favorable de leur tissu pour les effets d'endosmose et surtout avec l'humidité du sol où ils sont plantés. Dans les expériences précédentes, on a vu que le tulipier, bien qu'opposant au courant une longueur de bois plus grande que l'érable, fournissait pourtant une résistance moindre, et cela tenait évidemment, dans ce cas, à la différence de nature des tissus des deux arbres, dont les fibres sont beaucoup plus serrées et plus dures dans l'érable que dans le tulipier; les deux arbres, en effet, étaient plantés dans le même terrain, et ce terrain était relativement sec. Il est vraisemblable que les arbres dont le bois est mou et les tissus spongieux, comme le peuplier, le tilleul, le saule, l'orme sont plus conducteurs, toutes choses égales d'ailleurs, que les arbres dont le bois est dur et qui croissent lentement, et la différence peut être considérable, car une longueur de $6^{m},44$ du tronc d'un *orme* a fourni une résistance de $1774^{km},888$, alors que la même longueur du tronc d'un *cèdre de Virginie* présentait une résistance de $6766^{km},632$.

» Il restait encore un point important à examiner, c'était celui de savoir si un édifice ordinaire, une maison par exemple, présente dans sa masse une conductibilité inférieure ou supérieure à celle d'un arbre. J'ai dû, pour être fixé à cet égard, avoir recours à l'installation télégraphique que j'avais disposée sur l'une des tours de mon château, lors de mes expériences sur les courants telluriques. L'épi de zinc terminant cette tour a donc été mis en communication par un fil isolé avec mon galvanomètre, et le circuit

8..

a été complété par la plaque de terre déjà employée dans les expériences précédentes. Ce circuit, comme je l'ai dit plus d'une fois, était toujours parcouru par des courants locaux très-variables, et ces courants, joints à l'action du soleil et des courants d'air, peut-être même aux effets de l'électricité atmosphérique, rendaient les mesures de résistance très-difficiles et très-variables, surtout par les temps pluvieux. Toutefois, en ne prenant en considération que celles de ces mesures qui se rapportent aux temps secs, voici les résultats que j'ai obtenus à trois époques différentes après une légère averse :

» Le lendemain de l'averse, à midi, par le soleil, avec une dérivation de 4 kilomètres, j'obtenais une déviation de 40 degrés avec les deux sens du courant, ce qui correspondait à une résistance de 10 247^{km},849; deux jours après, par un beau soleil et un temps très-sec, j'obtenais une déviation de 30 degrés avec une dérivation de 8 kilomètres, ce qui correspondait à une résistance de 32 623^{km},752; enfin, trois jours après, par un temps également très-sec, la déviation n'était plus que de 20 degrés avec la dérivation de 8 kilomètres, ce qui correspondait à une résistance de 40 760^{km},580. Il est vrai qu'en temps de pluie cette résistance n'était que de 2327^{km},093.

» Or, on voit que, dans les mêmes conditions d'humidité, les arbres sont beaucoup plus conducteurs que les édifices maçonnés, du moins quand ceux-ci ne contiennent pas beaucoup de parties métalliques.

» On peut déduire de cette première série d'expériences les conclusions suivantes :

» 1° Les arbres sont tous plus ou moins conducteurs, et leur conductibilité dépend de la quantité de liquides qu'ils contiennent

» 2° Les racines d'un arbre jouent le rôle d'électrodes et leur efficacité comme agent de transmission est en rapport avec la conductibilité de l'arbre et leur développement.

» 3° Le chiffre de la résistance d'un arbre à partir de ses feuilles, et en ne supposant le contact effectué que sur quelques-unes d'entre elles, varie de 2 à 400 000 kilomètres de fil télégraphique (en nombre rond). Celui de leur tronc, sur une hauteur de 7 à 8 mètres, ne dépasse guère, pour des arbres un peu forts, 3000 kilomètres avec l'intermédiaire du sol et varie de 2000 à 7000 kilomètres entre de petites électrodes métalliques.

» 4° Il n'y a pas, en conséquence, lieu de trop s'effrayer du contact des lignes télégraphiques avec des feuilles d'arbre, car il est des isolateurs enfumés employés sur ces lignes qui ne sont guère plus résistants.

» 5° La résistance des édifices ordinaires étant environ de seize à vingt fois plus grande que celle des arbres, on pourrait croire que des maisons

entourées d'arbres devraient recevoir d'eux une protection contre la foudre, du moins en admettant que la hauteur des arbres ne fût pas inférieure à celle des maisons, mais comme il pleut en temps d'orage et que la pluie, en recouvrant les arbres et les maisons d'une couche humide, amoindrit les différences de conductibilité qu'ils peuvent présenter, l'effet protecteur des arbres ne peut résulter que de la prépondérance de leur hauteur. »

M. **Pasteur** donne lecture de la Note suivante sur le charbon et la septicémie :

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que les corpuscules-germes des bactéridies charbonneuses (corpuscules brillants, kystes, spores) conservent leur vitalité dans l'alcool absolu et également dans l'oxygène à une haute pression, et, d'autre part, que ces résultats s'appliquent également aux corpuscules-germes du vibrion qui détermine la septicémie, vibrion dont je ferai connaître la présence et les effets dans la prochaine séance, par une Note que je lirai en mon nom et au nom de M. Joubert. »

M. **Nordenskiöld** soumet à l'Académie, par l'intermédiaire de M. Daubrée, huit reproductions photographiques des esquisses faites par M. le Dr Berggren, professeur agrégé de Botanique à l'Université de Lund, compagnon du savant voyageur dans la courageuse et très-intéressante excursion qu'il a faite, en juillet 1870, d'Auleitsivitfjord vers l'intérieur du Groënland.

Voici un extrait de la Lettre qui accompagne ces dessins :

« Des suppositions diverses sur l'ancienne extension de l'*Inlandsis* (glacier intérieur du Groënland) ont joué et jouent encore un rôle prépondérant dans la Géologie moderne ; mais, jusqu'à nos jours, personne, excepté M. Berggren et moi, n'a été assez heureux pour réussir à pénétrer dans l'intérieur de ce désert de glace, tel que celui qu'on suppose avoir couvert autrefois toute l'Europe dans une période géologique toute récente.

» Sur les esquisses originales qui sont coloriées, les couleurs du ciel et de la glace sont prépondérantes ; malheureusement cette couleur bleuâtre se manifeste très-mal dans les photographies : j'espère cependant qu'elles vous donneront une idée du paysage. Il faut seulement se rappeler que sur les vues, où ne se montrent pas les bords de l'*Inlandsis*, le sol consiste exclusivement en une glace qui est blanche ou bleuâtre à la surface et d'un bleu d'azur dans les crevasses, ainsi que sur les bords des rivières innombrables qui pendant l'été en parcourent la surface suivant toutes les directions.

» Ces vues, d'un grand intérêt géologique, sont uniques. »

Parmi les vues, on peut remarquer le débouché du grand glacier dans

la mer, où il se démembre en blocs de glaces flottantes ; sur d'autres, les grandes fissures qui traversent la glace et les ondulations qui hérissent sa surface ; enfin, sur l'une d'elles, un jet volumineux d'eau, qui jaillit dans l'atmosphère et ressemble à un geyser d'eau froide ou à un puits artésien.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres, qui doit être chargée de la vérification des comptes pour l'année 1876.

MM. Chevreul et Dupuy de Lôme réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Traitement par les sulfocarbonates des vignes d'Orléans et de Saint-Jean-le-Blanc.* Lettre de M. F. **Gueyraud** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai visité, le 3 et le 4 courant, les vignes phylloxérées d'Orléans et de Saint-Jean-le-Blanc, et je ne veux pas différer de vous rendre compte des travaux de la Commission départementale de surveillance du Loiret contre le Phylloxera.

» Cette Commission a adressé, le 8 juin dernier, un Rapport au Ministre de l'Agriculture, dans lequel elle rappelle que, les pouvoirs publics n'ayant pas accueilli sa demande en autorisation de faire procéder à l'arrachage des vignes contaminées, elle a dû chercher à combattre le fléau et à le contenir pour en préserver les autres vignobles du département, en employant les procédés qui lui paraissaient présenter le plus de garanties de succès par les recommandations qui les accompagnaient. Elle n'a donc mis en pratique qu'un petit nombre de procédés, savoir :

» La poudre bitumineuse de l'abbé Chevalier, la poudre pyriteuse de la compagnie de Saint-Gobain, l'engrais Boutin, les cubes Rohart au sulfure de carbone, le sulfure de carbone fourni et employé par la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, le sulfocarbonate de potassium employé avec le pal distributeur.

» La Commission constate dans son Rapport combien les moyens de per-

suasion ont peu d'effet sur les populations rurales pour les amener à autoriser un traitement même entièrement gratuit. Que serait-ce si cette opération devait entraîner une dépense pour le propriétaire ? Elle a cependant déployé un grand zèle de propagande, secondée qu'elle était par un de ses membres, M. Duplessis, professeur d'Agriculture du Loiret, qui a fait plusieurs conférences sur le Phylloxera et sur le danger que fait courir à la fortune des populations l'inertie des propriétaires dont les vignes sont atteintes.

» La Commission déduit des entraves que rencontre son bon vouloir la nécessité, l'urgence même d'une législation rigoureuse qui permette de vaincre des résistances nuisibles à la société.

» A la date du 8 juin, la Commission ne portait aucun jugement sur les divers procédés mis en pratique, chacun d'eux était appliqué sur toute une parcelle contaminée; mais, depuis cette époque, les divers sondages auxquels elle s'est livrée lui ont permis de constater que les poudres bitumineuses, pyriteuses, l'engrais Boutin, n'ont en rien diminué le nombre des Phylloxeras; il en est encore de même dans la partie traitée avec les cubes Rohart. Les parcelles où le traitement a été fait au sulfure de carbone et au sulfocarbonate de potassium ont été, au contraire, débarrassées promptement de l'insecte, et la Commission, considérant l'innocuité que présente l'emploi du sulfocarbonate pour les ouvriers et l'action régénératrice qu'il exerce sur la vigne, l'a adopté définitivement à l'exclusion de toute autre substance.

» Il est important de vous signaler que les populations, qui étaient hostiles à l'emploi des poudres, se sont montrées mieux disposées à autoriser le traitement de leurs parcelles par le pal et les agents liquides; aussi ne restait-il, à la date de ma visite, dans ce territoire si morcelé, que cinq propriétaires qui n'avaient pas encore consenti à laisser faire le traitement chez eux.

» J'ai constaté, par les sondages, dans les parties traitées la semaine précédente au sulfocarbonate de potassium, que tous les Phylloxeras avaient été détruits; je n'ai trouvé qu'un seul groupe de nouvelle éclosion.

» Je me suis assuré qu'en vingt-quatre heures l'action du traitement par le sulfocarbonate était complète : on ne trouvait que des Phylloxeras morts; ce que j'attribue d'une part à la richesse en engrais de ces terrains, ce qui fournit en abondance l'acide carbonique nécessaire à une prompte décomposition du sulfocarbonate, et au rapprochement des trous de pal; on fait 36000 trous à l'hectare; leur écartement n'est donc que de 52 centimètres.

» Le contre-maître, M. Sabourin, qui dirige ces traitements avec beaucoup d'intelligence, ne met pas en doute que, si l'on répétait le traitement à quinze jours d'intervalle, pour détruire les Phylloxeras de récentes éclosions, avant qu'ils eussent eux-mêmes pondu, on étoufferait cette invasion de la commune de Saint-Jean-le-Blanc, si l'on possédait l'autorité nécessaire pour traiter toutes les parcelles.

» On ne cite aucune tache nouvelle en dehors du périmètre décrit à l'automne; mais dans l'intérieur de ce périmètre l'examen attentif a révélé un grand nombre de points d'attaque qui ont tous été traités, sauf les exceptions signalées plus haut. La majeure partie des traitements a été faite au sulfocarbonate de potassium; on en a employé environ 750 kilogrammes, tandis qu'il n'a été employé que 80 kilogrammes de sulfure de carbone.

» L'opinion de la Commission paraît aujourd'hui bien établie, et dans son prochain Rapport au Ministre, elle la formulera en l'appuyant de documents; car ses opérations sont conduites avec beaucoup de zèle et beaucoup de soins dans les détails. »

M. A. Burger soumet au jugement de l'Académie deux Mémoires intitulés : « Du déboisement des campagnes dans ses rapports avec la disparition des oiseaux utiles à l'agriculture. — De l'assèchement du sol par les essences forestières ».

(Commissaires : MM. Thenard, Hervé Mangon.)

M. F. Garcin soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Nouvelle théorie rationnelle des sources jaillissantes intermittentes, geysers, etc., et de certaines sources jaillissantes continues ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Hervé Mangon.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que la Société pour l'encouragement des Arts et Manufactures et du Commerce, de Londres, présidée par S. A. R. le Prince de Galles, vient de décerner à M. Dumas la médaille d'or dite *médaille du Prince Albert*. Cette distinction est accordée chaque année au savant dont les travaux scientifiques ont le plus contribué aux progrès des arts et de l'industrie.

Un autre Membre de cette Académie, M. Chevreul, en a été précédem-

ment honoré. De tels choix font honneur à la fois à la Société qui les fait et aux savants, depuis longtemps illustres, qui en sont l'objet.

M. **Godron**, nommé Correspondant pour la Section de Botanique, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **du Moncel** écrit à M. le Président qu'il est complétement étranger à la publication d'une Notice, dans laquelle M. *Jarriant*, constructeur d'un nouveau paratonnerre, présente au public son appareil comme étant accepté par l'Académie des Sciences. Il est vrai que l'Académie a reçu communication du projet de M. Jarriant, mais elle l'a reçu au même titre que tous les projets qui lui sont adressés, sans l'approuver, ni *l'accepter*.

M. du Moncel, qui s'était chargé de faire la présentation, a été très-surpris d'une interprétation que rien n'autorisait.

Mme la marquise **de Colbert-Chabanais**, petite-fille de Laplace, communique cinq Lettres de *Gauss* adressées à Laplace. Ces Lettres seront communiquées à l'Académie de Göttingue.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *A. Genocchi*, portant pour titre : « Sur un Mémoire de Daviet de Foncenex et sur les géométries non euclidiennes. »

MÉCANIQUE. — *Sur les mouvements quasi circulaires d'un point soumis à l'attraction d'un centre fixe.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans un article du 3 avril 1877 (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 944), *Sur les solutions singulières qui se présentent dans le problème du mouvement curviligne d'un point attiré par un centre fixe*, j'ai reconnu que les déplacements d'un tel point sur son rayon vecteur se déterminent en procédant comme s'il s'agissait d'un mouvement rectiligne, à cela près que l'attraction $\varphi(r)$ du centre fixe est remplacée par l'expression $\varphi(r) - \frac{C^2}{r^3}$, C désignant la constante des aires. La rotation, plus ou moins rapide, du rayon vecteur s'évalue ensuite au moyen de la formule $\theta = C\int\frac{dt}{r^2}$, que donne le principe

même des aires. Cette méthode permet d'étudier facilement les mouvements dans lesquels le rayon vecteur r s'écarte peu de la valeur constante R qui annule la dérivée $\frac{d^2r}{dt^2} = \frac{C^2}{r^3} - \varphi(r)$, c'est-à-dire qui donne $R^3\varphi(R) = C^2$. A une première approximation, le point décrit évidemment sur son rayon vecteur des oscillations pendulaires, de part et d'autre de la position d'équilibre $r = R$; et, si l'on compte le temps à partir d'un moment où la distance r est minimum, la valeur de r est de la forme $R(1 - e\cos Kt)$, où e désigne une petite constante.

» Pour déterminer K et aussi pour passer à une approximation plus élevée, il faut développer par la série de Taylor, suivant les puissances croissantes de $r - R$, l'expression $\frac{C^2}{r^3} - \varphi(r)$, ou $\frac{R^3}{r^3}\varphi(R) - \varphi(r)$. Si l'on pose

$$(1)\qquad K^2 = \frac{3\varphi(R)}{R} + \varphi'(R),\quad a = \frac{6 - \frac{R^2\varphi''(R)}{2\varphi(R)}}{3 + \frac{R\varphi'(R)}{\varphi(R)}},\quad b = \frac{10 + \frac{R^3\varphi'''(R)}{6\varphi(R)}}{3 + \frac{R\varphi'(R)}{\varphi(R)}},$$

l'équation différentielle en r devient aisément

$$(2)\qquad \frac{1}{K^2}\frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{r}{R} - 1\right) + \left(\frac{r}{R} - 1\right) - a\left(\frac{r}{R} - 1\right)^2 + b\left(\frac{r}{R} - 1\right)^3 - \ldots = 0.$$

» En procédant par approximations successives, on trouve pour l'intégrale, déterminée toujours de manière que r soit minimum quand $t = 0$, et ordonnée suivant les puissances croissantes de la petite constante arbitraire e,

$$(3)\qquad \begin{cases} \frac{r}{R} - 1 = -e\cos Kt + \frac{ae^2}{6}(3 - \cos 2Kt) - \frac{e^3}{16}\left(\frac{b}{2} + \frac{a^2}{3}\right)\cos 3Kt \\ \qquad\qquad - \frac{e^3}{4}\left(\frac{5a^2}{3} - \frac{3b}{2}\right)Kt\sin Kt + \ldots \end{cases}$$

On la simplifie en observant que la somme du dernier terme en e^3 et du terme $-e\cos Kt$ équivaut, sauf erreur de l'ordre de e^4, à un terme unique de la forme $-e\cos K't$: il suffit de poser, pour cela,

$$(4)\qquad K' = K\left[1 - \frac{e^2}{4}\left(\frac{5a^2}{3} - \frac{3b}{2}\right)\right];$$

et la formule (3) devient, à des termes près en e^4,

$$(5)\qquad \frac{r}{R} - 1 = -e\cos K't + \frac{ae^2}{6}(3 - \cos 2K't) - \frac{e^3}{16}\left(\frac{b}{2} + \frac{a^2}{3}\right)\cos 3K't.$$

» D'autre part, l'angle polaire θ, décrit depuis l'époque $t = 0$, reçoit successivement pour expressions, si on l'évalue jusqu'aux termes en e^2 inclusivement,

$$(6)\quad \begin{cases} \theta = C\int_0^t \frac{dt}{r^2} = \frac{C}{R^2}\int_0^t \left[1 - 2\left(\frac{r}{R} - 1\right) + 3\left(\frac{r}{R} - 1\right)^2\right]dt \\ \quad = \left[1 + e^2\left(\frac{3}{2} - a\right)\right]\frac{C}{R^2K'}K't + \frac{2Ce}{R^2K'}\sin K't + \left(\frac{3}{2} + \frac{a}{3}\right)\frac{Ce^2}{2R^2K'}\sin 2K't. \end{cases}$$

» Il suffit d'y faire $K't = 2\pi$ pour avoir l'intervalle angulaire qui sépare deux minima consécutifs de r, ou après lequel la forme de la trajectoire se reproduit périodiquement. Il faudra qu'un nombre entier j d'intervalles pareils ait pour somme un multiple $2i\pi$ de 2π si l'on veut que la courbe décrite se ferme au bout de i révolutions autour du pôle. En élevant au carré l'équation ainsi obtenue, puis remplaçant C^2 par $R^3\varphi(R)$ et K', K^2 par leurs valeurs (4), (1), il vient aisément

$$(7)\qquad \frac{\varphi'(R)}{\varphi(R)} + \left(3 - \frac{j^2}{i^2}\right)\frac{1}{R} = \frac{e^2}{12R}\frac{j^2}{i^2}(36 - 24a + 10a^2 - 9b).$$

» Comme i et j sont deux entiers et ne peuvent pas varier avec continuité, cette équation ne sera satisfaite pour toutes les petites valeurs de e que si ses deux membres s'annulent séparément. Supposons que l'on demande en outre que des trajectoires quasi circulaires fermées soient possibles pour toutes les valeurs de R; alors le premier membre de (7), constamment nul, permet d'exprimer le rapport de j à i en fonction continue de R, ce qui revient à dire que ce rapport, forcément discontinu, ne dépend pas de R; et une intégration immédiate montre que $\varphi(R)$ est proportionnel à la puissance $\frac{j^2}{i^2} - 3$ de R : résultat déjà établi d'une autre manière par M. Bertrand dans un Mémoire du 20 octobre 1873 (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 852). Mais l'annulation du second membre de (7), nécessaire si l'on veut que les orbites ne se ferment pas seulement à des quantités près de l'ordre de e^2, donne une condition de plus. En y supposant $\varphi(r)$ proportionnel à r^n, les valeurs (1) de a, b deviennent constantes, et l'on reconnaît que la parenthèse du second membre de (7) équivaut à $(n+2)(n-1)$. *Les deux cas bien connus $n = -2$, $i = 1$, $j = 1$, et $n = 1$, $i = 1$, $j = 2$, qui donnent des orbites du second degré ayant le pôle ou pour foyer, ou pour centre, sont donc les seuls dans lesquels toutes les trajectoires quasi circulaires soient des courbes fermées.* »

PHYSIQUE. — *Sur le diamagnétisme de l'hydrogène condensé.* Note de M. R. Blondlot, présentée par M. Jamin.

« Le palladium chargé d'hydrogène acquiert, comme on le sait, les propriétés d'un véritable alliage; Graham, après avoir découvert ce corps singulier, auquel il donna le nom d'*hydrogénium-palladium*, entreprit d'en déterminer les constantes physiques. Cet examen s'étendit jusqu'aux propriétés magnétiques; mais là, l'observation sembla démentir complétement les prévisions de l'illustre chimiste. On sait en effet que le palladium est faiblement magnétique; de son côté, l'hydrogène gazeux a été classé, par MM. Ed. Becquerel et Faraday, parmi les corps diamagnétiques; on devait donc s'attendre à rencontrer dans le palladium chargé d'hydrogène des propriétés magnétiques moins marquées que dans le palladium non chargé. Ce fut le contraire qui arriva : Graham constata qu'un fragment de palladium est attiré par le pôle de l'aimant beaucoup plus fortement après qu'il a été chargé d'hydrogène par l'électrolyse ([1]), et il conclut de là que l'hydrogénium-palladium est plus magnétique que le palladium.

» M. G. Wiedemann, en rapportant dans son *Traité du galvanisme et de l'électromagnétisme* les expériences précédentes ([2]), se refuse à en admettre les conclusions, et attribue le phénomène observé à l'impureté du palladium de Graham, qui devait contenir de l'oxyde de fer; la réduction de cet oxyde par l'hydrogène en exaltait les propriétés magnétiques, ce qui explique les anomalies observées.

» En présence de ce désaccord, il nous a semblé utile de soumettre de nouveau la question à l'expérience. La méthode employée par nous est celle que M. Ed. Becquerel a imaginée pour la détermination des magnétismes spécifiques : le corps en expérience, sous la forme d'un petit barreau ou d'une lame, est suspendu entre les pôles de l'électro-aimant par un fil de torsion, de façon à faire avec la ligne des pôles un angle déterminé; on fait passer le courant; le barreau est dévié, et, pour le ramener à sa position première, il est nécessaire de tordre le fil à la partie supérieure d'un certain angle : c'est cet angle qui, après les réductions convenables, donne la mesure du magnétisme spécifique cherché.

» Nous avons d'abord opéré sur le palladium du commerce. Une lame rectangulaire de palladium non chargé, suspendue comme il a été dit, exigea

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du 18 janvier 1869, p. 101.

([2]) *Die Lehre von Galvanismus und Elektromagnetismus*, t. II, p. 553.

une torsion de 16 degrés pour être ramenée à sa position initiale; on la chargea et on la remit en place : cette fois, la déviation resta complétement inappréciable à notre appareil. La lame déchargée, chauffée au rouge, reprit son magnétisme. L'expérience répétée avec des échantillons de provenances les plus diverses donna constamment le même résultat; une lame préparée par l'électrolyse du chlorure de palladium se comportait absolument de la même manière.

» Il résulte nécessairement de ces expériences que le palladium chargé est moins magnétique que le palladium non chargé, ce qui conduit à attribuer à l'hydrogène condensé des propriétés diamagnétiques énergiques. Il faut donc admettre que, comme le suppose M. Wiedemann, une cause accidentelle a pu troubler les expériences de Graham; pour nous, nous en accuserions volontiers l'impureté de l'acide servant à aciduler l'eau employée à charger le palladium par voie d'électrolyse : la moindre trace d'un composé ferrugineux donne lieu à un dépôt sur le palladium, ce qui expliquerait le résultat trouvé par Graham.

» Une fois en possession du fait résultant des mesures que nous avons rapportées plus haut, nous avons cherché à le mettre en évidence au moyen d'expériences plus simples et plus faciles à répéter.

» Deux lames identiques sont découpées dans le même morceau de palladium, puis l'une d'elles est chargée d'hydrogène. Cela fait, on dispose ces lames en croix, et on les suspend par un fil de cocon entre les pôles de l'électro-aimant de Ruhmkoff. Toujours la lame non chargée prend la position axiale. « Plus simplement encore, une lame rectangulaire allongée est chargée dans la moitié de sa longueur seulement; suspendue par un fil de cocon devant *un seul* pôle d'aimant, la partie non chargée se tourne toujours du côté de l'aimant.

» Ces deux expériences conduisent, comme nos mesures, à ce fait que l'hydrogène condensé possède des propriétés diamagnétiques relativement puissantes. En terminant, nous ferons remarquer qu'il n'est pas sans intérêt pour la théorie de savoir que la condensation d'un corps diamagnétique a rendu celui-ci plus diamagnétique sous le même volume. M. Tyndall, dans ses recherches sur les corps cristallisés, avait été conduit à admettre des faits analogues et à en tirer des arguments importants en faveur de l'existence de la polarité diamagnétique [1]; ses présomptions se trouvent, comme on voit, entièrement justifiées par l'expérience. »

---

[1] *Philosophical Magazine*, 4e série, t. IX, p. 208; mars 1855.

PHYSIQUE. — *Recherches photométriques sur les flammes colorées.* Note de M. **Gouy**, présentée par M. Desains.

« Pour continuer ces recherches, j'ai dû, en l'absence de toutes données sur ce sujet, faire une étude préliminaire des conditions dont dépend l'éclat des flammes colorées. Les plus importantes sont l'épaisseur de la flamme, sa composition, la nature du sel et la quantité qu'en entraîne le mélange combustible. Les appareils employés ont été décrits dans les *Comptes rendus* [1].

» **1.** Des expériences décrites dans une Note précédente, on peut déduire facilement l'accroissement d'éclat d'une raie, quand l'épaisseur de la flamme devient deux fois plus grande. Ce résultat, contrôlé et complété par une autre méthode, conduit à cette relation : quand l'épaisseur de la flamme augmente d'une fraction $\frac{1}{n}$, l'éclat de la raie s'accroît de la fraction $\frac{k}{n}$; k est égal à 0,35 pour le sodium, à 0,45 pour le lithium, et il est compris entre 0,9 et l'unité pour les bandes du calcium et du strontium. Ce coefficient diminue un peu à mesure que l'éclat de la flamme augmente. La formule n'est pas applicable pour $n < 1$; elle suppose aussi que la flamme est homogène, ce qu'on peut réaliser en la visant un peu au-dessus de l'orifice.

» **2.** Si la flamme a un petit excès de gaz d'éclairage, qu'on diminue peu à peu, on voit l'éclat augmenter, passer par un maximum et diminuer rapidement. Avec le lithium, l'augmentation d'éclat est peu marquée; le maximum a lieu avant que la flamme cesse d'être réductrice (pour un fil de cuivre), et il est suivi d'une diminution rapide. Avec un grand excès d'air, le spectre disparaît. Le calcium, le strontium et le baryum se comportent de même ; ce fait paraît peu favorable à l'opinion qui attribue les bandes de leurs spectres à des oxydes.

» Avec le sodium, au contraire, l'éclat de la flamme augmente rapidement à mesure qu'elle devient moins réductrice ; le maximum se produit au moment où elle cesse de l'être, et il est suivi d'une diminution d'éclat bien moins rapide que pour les autres métaux, si bien qu'une flamme qui contient de la soude et de la lithine est rouge avec un excès de gaz d'éclairage et jaune avec un excès d'air.

---

(1) Voir t. LXXXIII, p. 269, et t. LXXXIV, p. 231.

» Ces résultats sont confirmés par d'autres expériences faites avec une même flamme qu'on peut à volonté faire brûler dans l'air ou dans un courant de gaz d'éclairage. On rend ainsi réductrice la couche oxydante qui enveloppait la flamme, et l'on observe que, pour une flamme un peu réductrice, on augmente la lumière du lithium et l'on diminue celle du sodium.

» 3. On s'est assuré d'abord que des solutions étendues à $\frac{1}{100}$ sont pulvérisées et entraînées par le mélange gazeux en même quantité, quels que soient les corps dissous. Pour cela, à une portion d'une solution d'azotate de strontiane on ajoute un cristal d'azotate de chaux; la liqueur donne le spectre du strontium avec le même éclat que la solution primitive. L'expérience, répétée avec d'autres sels, donne le même résultat. Il suffit donc, pour comparer des sels ayant même base et des acides différents, d'en préparer des solutions étendues qui contiennent la même quantité de métal par litre et de les soumettre à l'expérience. On comparait chaque sel à l'azotate en pulvérisant alternativement chacune des deux solutions et faisant ainsi quatre ou six expériences croisées. Voici une série de mesures faites avec une flamme un peu réductrice, à 1 centimètre au-dessus de l'orifice.

	Azotate.	Sulfate acide.	Chlorure.	Bromure.	Iodure.	Phosphate.	Carbonate.	Tartrate.
Sodium...	1	1,001	1,010	0,991	0,990	1,013	0,998	1,014
Lithium...	1	1,003	0,992	1,008	1,009	0,996	»	0,992

» Les différences sont de l'ordre des erreurs possibles; ainsi, pour ces deux métaux, l'éclat du spectre ne dépend pas de la combinaison dans laquelle le métal était engagé. Un petit excès d'acide n'a pas non plus d'influence, mais avec une quantité notable d'acide chlorhydrique, de brome, etc., l'éclat diminue.

» Le calcium et le strontium présentent des particularités remarquables. Leurs phosphates acides ne donnent qu'un spectre très-faible. L'azotate de chaux donne un spectre plus faible que les autres sels (chlorure, bromure, iodure, acétate) [1]; le rapport varie de 1,47 à 1,93, il est le même pour les principales bandes. De plus, pour un même sel, ce rapport varie avec les conditions de l'expérience. Il faut remarquer que les raies propres au chlorure et aux autres sels non décomposés ne sont pas visibles; tous les sels donnent le même spectre.

---

(1) On s'est assuré que ces différences ne tiennent pas à une pulvérisation inégale, en dissolvant dans chacune des liqueurs une même quantité d'un sel de soude ou de lithine; les raies de ces métaux avaient le même éclat.

» Les sels de strontium se comportent de même, mais avec de moindres variations. L'éclat du spectre étant égal à 1 pour l'azotate varie de 1,2 à 1,5 pour les autres sels.

» 4. D'après ce qu'on vient de voir, les quantités de sels introduites dans la flamme sont dans le même rapport que les richesses des solutions employées. Quand on double ainsi la quantité de sel introduite dans la flamme, l'accroissement d'éclat de chaque raie est au plus égal à celui qu'on produirait en doublant l'épaisseur de la flamme, et il lui est presque toujours inférieur. Il faut remarquer que la quantité de métal libre dans la flamme n'est pas nécessairement proportionnelle à la quantité de sel qu'elle contient; il semble résulter du rapprochement qu'on vient de faire qu'elle s'accroît moins vite. Je me propose de revenir sur ce point, quand j'aurai terminé l'étude de certaines anomalies que présentent ces expériences. »

CHIMIE. — *Sur un nouveau métal, le davyum.* Note de M. **Serge Kern.**

« A la fin du mois dernier, je suis parvenu à isoler un nouveau métal appartenant au groupe du platine; je l'ai nommé *davyum*, en l'honneur de sir Humphry Davy, l'éminent chimiste anglais.

» Le sable platinifère traité avait la composition suivante :

Platine	80,03
Iridium	9,15
Rhodium	0,61
Osmium	1,35
Palladium	1,20
Fer	6,45
Ruthénium	0,28
Cuivre	1,02
	100,09

» Les minerais (600 grammes) étaient traités, pour la séparation des métaux, par la méthode analytique du professeur Bunsen. Les eaux mères reçues après la séparation du rhodium et de l'iridium étaient chauffées avec un excès de chlorure d'ammonium et de nitrate d'ammonium. Un précipité rouge foncé fut obtenu après calcination au rouge : il donna une masse grisâtre ressemblant à la mousse de platine. Cette mousse, fondue au chalumeau à gaz oxyhydrique, fournit un lingot métallique d'une couleur d'argent. Le lingot pesait $0^{gr},27$. La densité du davyum

est 9,385 à 25 degrés C.; le métal est dur, mais malléable au rouge.

» Le davyum est facilement attaqué par l'eau régale et très-faiblement par l'acide sulfurique bouillant. La potasse caustique (KHO) produit un précipité jaune. L'hydrogène sulfuré, en passant à travers la dissolution acide de chlorure de davyum étendue, produit un précipité brun, qui prend après dessiccation une couleur noire. Le sulfocyanure potassique (KCyS), avec une dissolution de chlorure de davyum étendue, se colore en rouge. C'est une réaction identique à celle que donnent les sels de peroxyde de fer. Si les dissolutions de davyum et de KCyS sont concentrées, on obtient un précipité rouge.

» Je pense que, dans la classification des éléments proposée par M. Mendeleeff, le davyum est l'élément hypothétique placé entre les métaux molybdène (Mo) et ruthénium (Ru). Dans ce cas, l'équivalent du davyum doit être 100.

» J'espère être en mesure, dans quelques mois, de communiquer les résultats de mes nouveaux travaux sur les propriétés physiques et chimiques du davyum. Le nouveau métal paraît être un élément rare dans la nature : le sable platinifère ne contient pas plus de 0,045 de davyum.

CHIMIE. — *Sur l'oxydabilité du sulfure de manganèse.* Note de MM. Ph. de Clermont et H. Guiot.

« La grande oxydabilité de certains sulfures métalliques, au sujet de laquelle nous avons déjà présenté une Note [1], est confirmée par une expérience, que nous avons pu réaliser avec le sulfure de manganèse. Voici comment nous opérons : une quantité pas trop considérable de sulfure de manganèse couleur chair est lavée avec soin à l'eau pure sur un filtre en papier; la couche superficielle du sulfure s'oxyde à l'air, mais une partie notable comprise entre la surface externe et le papier n'a pas le temps de s'altérer; le filtre est rapidement comprimé entre des doubles de papier brouillard, puis porté dans le vide au-dessus de l acide sulfurique concentré; au bout de trois jours environ on le retire du vide, et au contact de l'air il s'échauffe immédiatement, devient rouge incandescent, brûle le papier; il se dégage de l'acide sulfureux, et il reste du sulfate et de l'oxyde brun salin de manganèse. Si l'on ne lave pas avec attention le sulfure, qu'il

[1] *Comptes rendus*, t. XXXIV, p. 714.

reste du sel de manganèse ou du sulfure d'ammonium, l'oxydation n'a pas lieu. Il nous a paru intéressant de faire le même essai avec d'autres sulfures, mais notre attente a été déçue : ni le sulfure de fer, ni celui de nickel ou de cobalt n'ont présenté cette oxydabilité excessive à laquelle donne lieu le sulfure de manganèse. Pour le sulfure de fer surtout, nous attendions l'incandescence; elle eût expliqué l'incendie de certaines houillères. Jusqu'à présent on connaissait bien le pyrophore de Gay-Lussac, qui est un sulfure de potassium très-divisé, mais on ignorait que les sulfures des métaux non alcalins pussent présenter un phénomène analogue. L'exemple que nous citons comble donc cette lacune.

» Les chimistes savent combien le sulfure rose de manganèse s'oxyde facilement, lorsqu'on le lave ou qu'on le dessèche à 100 degrés; nous avons remarqué des cas où, au contraire, il conserve sa couleur sans altération et ne s'oxyde pas ; en effet, si on le fait bouillir assez longtemps avec du chlorhydrate ou du tartrate d'ammoniaque, ou tout autre sel d'ammoniaque, il peut être séparé du liquide sans s'oxyder, et même être desséché à l'étuve sans subir d'altération. L'expérience exécutée avec le sulfure vert n'a pas donné d'aussi bons résultats; si on le dessèche à l'étuve la partie externe s'oxyde légèrement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode générale nouvelle de synthèse d'hydrocarbures, d'acétones, etc.* Troisième Note de MM. **C. Friedel** et **J.-M. Crafts**, présentée par M. Wurtz.

« Le chlorure d'aluminium n'est pas le seul chlorure métallique qui donne lieu à la réaction dont nous avons cité des exemples dans nos précédentes Notes; plusieurs autres se comportent d'une manière analogue, quoique jusqu'ici nous n'en n'ayons trouvé aucun qui donne de meilleurs résultats.

» Notre attention devait se porter tout d'abord sur le chlorure de zinc. En effet, nos observations avaient rendu probable que la réaction intéressante découverte par M. Zincke et utilisée par lui, pour la synthèse de divers hydrocarbures, l'action du zinc en poudre sur un mélange de benzine ou d'un de ses dérivés et d'un chlorure organique, se rattachait à la nôtre par la production préalable du chlorure de zinc. M. Zincke a constaté, en effet, la formation d'une certaine quantité de chlorure métallique; mais il admet qu'à partir d'un certain moment la réaction se poursuit par simple ébranlement moléculaire, sans que le métal ajouté y joue aucun rôle. Le

métal peut, en effet, être enlevé une fois la réaction commencée. Nous pensons que la première phase consiste en une réaction du chlorure organique sur le métal, avec formation de chlorure de zinc et de produits de condensation, qui prennent toujours naissance en assez grande quantité. A partir de ce moment, le chlorure de zinc agit à son tour, et le métal, qui a déjà consommé une partie du chlorure organique, continue à en diminuer la proportion en fournissant de l'hydrogène au contact de l'acide chlorhydrique. Nous fondons notre opinion sur les expériences suivantes : Ayant fait bouillir, dans un appareil à reflux, un mélange de benzine et de chlorure de benzyle avec du zinc en poudre, nous avons pu compléter la réaction, sans qu'il y ait eu aucun dégagement d'acide chlorhydrique. Néanmoins, elle a marché comme dans les expériences de M. Zincke, et nous avons obtenu à peu près la même proportion de diphénylméthane. Nous avons constaté de plus la formation de toluène, qui a dû se produire par l'action de l'hydrogène. D'autre part, nous avons fait bouillir, dans un appareil tout semblable, les mêmes proportions de benzine et de chlorure de benzyle, avec un poids de chlorure de zinc fondu et pulvérisé, égal à celui du zinc employé dans la première opération. Nous avons constaté immédiatement un dégagement très-notable d'acide chlorhydrique, qui s'est continué pendant plusieurs heures et qui a fini par se ralentir considérablement. A ce moment, nous avons distillé le produit : il renfermait encore une petite quantité de chlorure de benzyle, tandis que dans l'opération faite avec le zinc il n'y en avait plus du tout. Néanmoins, la quantité de diphénylméthane formée était plus que double de celle obtenue avec le zinc. Il est facile de le comprendre : car à chaque molécule de diphénylméthane formée correspond une molécule d'acide chlorhydrique mis en liberté, et l'hydrogène provenant de ce dernier transforme en toluène une molécule de chlorure de benzyle. La quantité de celui-ci employée utilement est donc moindre que la moitié, en tenant compte de ce qui a été nécessaire pour produire la première proportion de chlorure de zinc. Quand la réaction est menée très-vivement, ainsi que le fait M. Zincke, avec une proportion moindre de benzine, une quantité notable de l'acide chlorhydrique se dégage, et les conditions sont moins défavorables.

» Il vaut toutefois mieux, évidemment, employer le chlorure de zinc tout formé, ou encore de préférence le chlorure d'aluminium, dont l'action est beaucoup plus rapide.

» A ces deux chlorures, nous pouvons encore ajouter, comme agissant de même, le chlorure ferrique et le chlorure ferreux ; le premier réagit vivement à froid sur un mélange de benzine et de chlorure de benzyle avec

un dégagement d'acide chlorhydrique et fournit du diphénylméthane en proportions un peu moindres que le chlorure d'aluminium. Une partie du chlorure ferrique est réduite. Le chlorure ferreux ne réagit qu'à chaud, et il faut une assez longue ébullition pour compléter la réaction.

» Le chlorure de magnésium, le chlorure de cobalt, le chlorure cuivrique anhydre, le chlorure mercurique, le trichlorure d'antimoine n'ont donné lieu à aucune réaction appréciable dans les conditions de température dans lesquelles nous avons opéré. Avec le chlorure aluminico-sodique, on a eu un dégagement d'acide chlorhydrique, mais beaucoup moins fort qu'avec le chlorure d'aluminium.

» Nous avons constaté aussi que les chlorures organiques ne sont pas les seuls qui puissent entrer en jeu en présence d'hydrocarbures et de chlorures métalliques. Le trichlorure de phosphore, chauffé avec un excès de benzine et avec du chlorure d'aluminium, dégage de l'acide chlorhydrique et fournit, après traitement par l'eau et distillation de la benzine, un corps solide, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et renfermant du phosphore combiné avec une matière organique. Nous nous occupons de l'étude de ce produit.

» Il nous reste à essayer une explication de la réaction curieuse qui a déjà fourni tant de produits divers et qui en donnera certainement un bien plus grand nombre encore. Nous admettons que le chlorure d'aluminium réagit sur l'hydrocarbure, la benzine par exemple, en donnant lieu au dégagement d'une molécule d'acide chlorhydrique et à la formation d'une combinaison organo-métallique renfermant le résidu des deux molécules de benzine et de chlorure d'aluminium, $C^6H^5.Al^2Cl^5$. C'est sur ce composé que réagirait à son tour le chlorure organique, en régénérant le chlorure d'aluminium et en donnant l'hydrocarbure, qui est le produit principal de la réaction

$$C^5H^{11}Cl + C^6H^5.Al^2Cl^6 = Al^2Cl^6 + C^6H^5, C^5H^{11}.$$

Le composé organo-métallique paraît ne se former qu'en petite quantité à la fois et être peu stable. Lorsqu'on chauffe de la benzine avec le chlorure d'aluminium, on n'aperçoit qu'un très-faible dégagement d'acide chlorhydrique, et, si l'on élève la température, on obtient des produits de condensation.

» Nous pensions avoir trouvé une preuve indirecte de l'intervention du chlorure d'aluminium dans la réaction, en remplaçant ce dernier par le bromure d'aluminium et en employant une quantité de chlorure de benzyle renfermant une proportion de chlore inférieure à celle équiva-

lant au brome contenu dans le bromure. Dans ces conditions, on obtient, en effet, un dégagement d'acide bromhydrique. Mais nous avons constaté, d'autre part, qu'en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique parfaitement sec sur du bromure d'aluminium en dissolution dans le sulfure de carbone, l'acide chlorhydrique qui se dégage à l'extrémité de l'appareil est mélangé d'acide bromhydrique. Au bout d'un certain temps on voit un dépôt de cristaux se faire dans le sulfure de carbone et, en chassant ce dernier, on a un résidu duquel on peut sublimer des lamelles hexagonales ressemblant à celles de chlorure d'aluminium et tout à fait différentes des lamelles rhombiques du bromure; le résidu renfermait, dans l'expérience que nous avons faite, quantités équivalentes de chlore et de brome.

» L'iodure s'est décomposé de même lorsqu'on l'a mis en dissolution dans de la benzine traversée par un courant d'acide chlorhydrique.

» Nous n'avons donc encore aucune preuve décisive à apporter en faveur de l'hypothèse que nous faisons sur le mécanisme de la réaction provoquée par la présence des chlorures métalliques entre les hydrocarbures et les chlorures organiques, mais il nous semble difficile d'en trouver une autre interprétation. Si la nôtre est la bonne, on verra une fois de plus une de ces actions de présence, autrefois si nombreuses dans la Science, expliquée par une réaction successive et transitoire à laquelle le corps qui semble y assister passivement prend part par petites fractions, en étant régénéré à mesure, de manière à se trouver à la fin en proportions à peu près égales à celles du commencement de la réaction. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur l'acide pyrotartrique.* Deuxième Mémoire de M. E. **Bourgoin**, présenté par M. Berthelot. (Extrait par l'auteur.)

« D'après Lagermarck ([1]), lorsque l'on chauffe à 120 degrés 10 parties d'acide pyrotartrique ordinaire avec 24 parties de brome et 10 parties d'eau, on obtient les produits suivants : du bromoforme, du bromoxaforme, de l'anhydride bromocitraconique, un produit huileux à odeur de goudron, un acide incolore qui n'a pas été isolé à l'état de pureté.

» En reprenant cette expérience exactement dans les conditions précitées, j'ai obtenu un résultat beaucoup plus simple; il ne se forme en réalité qu'un seul corps cristallisé, ayant la composition de l'anhydride

([1]) *Zeitschrift für Chemie*, t. VI, p. 299; 1870.

bromocitraconique de M. Kekulé, et possédant des propriétés très-analogues.

» Ayant cependant observé quelques différences entre son composé et celui qui dérive de l'acide pyrotartrique, je décrirai ce dernier sous le nom d'*anhydride bromocitrapyrotartrique*.

» J'ai chauffé en vase clos le mélange suivant : acide pyrotartrique, 10 grammes; brome, 8 centimètres cubes; eau, 10 centimètres cubes.

» A la température de 100 degrés, la réaction est extrêmement lente (190 heures). A 115 degrés, il faut 62 heures environ. A 120 degrés, 42 heures sont encore nécessaires, et non pas 2 heures, comme on l'a dit. Enfin, à 133-134 degrés, l'absorption du brome est terminée en 9 heures; mais, à cette température, l'acide bromhydrique qui se dégage à l'ouverture des tubes est accompagné d'une quantité notable d'acide carbonique, et la réaction, tout en conservant le même sens que précédemment, perd de sa netteté.

» Quoi qu'il en soit, lorsque l'opération est terminée, on trouve ordinairement dans chaque tube deux couches liquides qui se prennent chacune en cristaux par le refroidissement. Ces cristaux sont constitués par un seul et même corps répondant à la formule $C^{10}H^{3}BrO^{6}$; seulement le premier est imprégné d'une petite quantité d'un carbure bromé, en proportion d'autant plus faible, toutefois, que la température à laquelle on a effectué la réaction est moins élevée ([1]).

» En voici l'analyse :

	I.	II.	III.	IV.	Théorie.
C.........	31,36	31,4	»	»	31,41
H.........	2	1,87	»	»	1,57
Br........	»	»	40,6	40,9	41,89
O.........	»	»	»	»	25,13

» L'anhydride bromocitrapyrotartrique fond à 104-105 degrés.

» Sa densité à 23 degrés, rapportée à l'eau à 4 degrés, est égale à 1,935. Il présente le phénomène de la surfusion à un haut degré.

» Il est très-soluble dans l'alcool et dans l'éther, peu soluble dans le chloroforme, même à chaud. Il est très-peu soluble dans l'eau froide, ou, mieux, il ne paraît susceptible de s'y dissoudre qu'à la manière des anhydrides, c'est-à-dire en se combinant avec les éléments de l'eau.

([1]) Ce corps est du bromhydrate d'éthylène tribromé. (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 776; 1877.)

» Lorsque l'on sature cette solution aqueuse par de l'ammoniaque et qu'on y ajoute ensuite peu à peu du nitrate d'argent, il se forme d'abord un précipité blanc qui disparaît par l'agitation, puis qui devient persistant et très-abondant sous l'influence d'un excès de réactif. Ce précipité, qui se présente sous forme de fines aiguilles microscopiques, est très-peu soluble dans l'eau, facilement soluble dans l'acide azotique et dans l'ammoniaque; chauffé avec de l'eau, il prend rapidement une teinte brune.

» Le bromocitraconate d'argent, dans les mêmes conditions, présente une stabilité plus grande, d'après M. Kekulé. Cette différence entre les sels argentiques a déjà été signalée par Lagermarck, qui conclut cependant à l'identité des deux composés. Je me propose de revenir sur cette question dans un prochain travail.

» Quant au mécanisme qui donne naissance à l'anhydride bromocitrapyrotartrique, on peut admettre qu'il se forme d'abord de l'acide bibromé,

$$C^{10}H^{8}O^{8} + 4Br = 2HBr + C^{10}H^{6}Br^{2}O^{8},$$

puisque ce dernier perd 1 molécule d'acide bromhydrique et 1 molécule d'eau,

$$C^{10}H^{6}Br^{2}O^{8} = HBr + H^{2}O^{2} + C^{10}H^{3}BrO^{6}.$$

» J'ajoute enfin qu'il ne se forme pas trace d'acide bibromosuccinique, corps qui se produit si facilement, ainsi que nous l'avons démontré, M. Reboul et moi, aux dépens de l'acide pyrotartrique normal. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le dosage de l'acide carbonique dans le sérum sanguin.* Note de M. **L. Fredericq.**

« La Note que j'ai publiée dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences du 2 avril 1877 a été, de la part de MM. Mathieu et Urbain (1), l'objet de critiques auxquelles je tiens à répondre.

» Je rappellerai d'abord que cette Note traitait uniquement de la répartition de l'acide carbonique entre les globules et le sérum *après la coagulation;* je n'ai émis aucune opinion sur l'état dans lequel se trouve l'acide carbonique dans le sang qui circule, enfin je n'ai ni attaqué ni défendu l'existence d'une combinaison entre l'hémoglobine et l'acide carbonique. Je n'ai donc pas à m'expliquer sur ce point.

---

(1) *Comptes rendus*, 4 juin 1877.

» MM. Mathieu et Urbain ont blâmé l'emploi de l'acide phosphorique dont j'ai fait usage dans mes analyses de sérum, parce que, disent-ils, « *on recueille ainsi l'acide carbonique que contenait le liquide à l'état de carbonate de soude, et ce gaz ne joue évidemment aucun rôle dans les échanges gazeux dont le sang est le siége* ».

» Je répondrai que les globules rouges, sous l'influence du vide et de la chaleur, décomposent les carbonates alcalins du sang comme le ferait un acide : par conséquent le chiffre de gaz acide fourni par une analyse de sang comprend nécessairement l'acide que contenait le liquide à l'état de carbonate de sodium. Pour être autorisé à comparer ce chiffre avec celui d'une analyse de sérum, il faut se placer dans les mêmes conditions, c'est-à-dire faire l'analyse du sérum en présence de globules rouges ou d'un acide. Sans cette précaution, on en arrive à comparer la totalité du gaz carbonique du sang (CO^2 combiné et dissous) avec une partie seulement de l'acide carbonique du sérum (CO^2 dissous).

» La dernière analyse publiée par MM. Mathieu et Urbain n'est plus passible de cette objection. Elle leur a cependant fourni des résultats tout différents des miens.

» Ces analyses, que j'ai faites avec des échantillons de sang provenant de plus de vingt chevaux, m'ont invariablement donné des résultats analogues à ceux des deux exemples que j'ai publiés. Dans tous les cas, la quantité d'acide carbonique fournie par 100 centimètres cubes de sérum a dépassé de 6 à 12 centimètres cubes celle qui a été obtenue d'un égal volume de sang.

» J'ai employé l'acide phosphorique dans une partie seulement de ces analyses ; dans une autre série je faisais l'analyse du sérum dans un ballon contenant des globules rouges (résidu d'une analyse de sang faite immédiatement auparavant dans le même récipient).

» Il est facile de s'assurer à l'aide de la pompe à mercure que les globules rouges (résidu d'analyse de sang) sont capables de décomposer intégralement le carbonate neutre de sodium et d'en chasser tout l'acide carbonique.

» De même, si l'on mélange dans le récipient d'analyse du sérum et du sang, dont on a séparément extrait les gaz par le vide, on obtient un nouveau dégagement d'acide carbonique dû à l'action des globules rouges du sang sur les carbonates alcalins du sérum. Ces derniers faits sont connus depuis plusieurs années. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les amandes amères.* Note de M. **Portes**, présentée par M. Chatin.

« I. Dans le but d'expliquer pourquoi les amandes amères, à l'état de gelée et pendant leur maturation, ne donnent pas les mêmes réactions que les mêmes graines complétement formées, nous nous sommes posé les questions suivantes :

» 1° Les amandes amères, dans leur jeune âge, lorsque l'embryon n'est pas visible, lorsque le périsperme occupe à peu près toute la cavité nucellaire et que l'endosperme est à peine apparent, contiennent-elles de l'amygdaline ?

» 2° Leur composition est-elle toujours différente de celle des amandes douces ?

» 3° S'il existe de l'amygdaline et que l'émulsine manque, à quelle époque celle-ci apparaît-elle ?

» 4° Où prend naissance l'amygdaline ? se trouve-t-elle localisée dans une partie de la graine ?

» 5° Comment cette substance pénètre-t-elle dans les cotylédons ?

» II. Ces questions sont loin de renfermer toutes les inconnues du problème que nous pose la nature; nos recherches nous en ont fait découvrir de nouvelles que nous étions loin de soupçonner (je citerai seulement la nature chimique de l'amygdaline qui, dans les amandes jeunes, est tellement instable que les moindres influences, fermentation ammoniacale, fermentation par la levûre de bière, alcalis, suffisent pour la dédoubler); mais, les matériaux et le temps nous ayant fait défaut, nous attendrons le printemps prochain pour éclairer ces points encore si obscurs, et, pour le moment, nous nous contenterons de chercher une réponse aux *desiderata* que nous venons d'exposer.

» Pour que cette réponse soit aussi satisfaisante que possible, nous avons eu recours à l'analyse chimique et à l'étude organographique de la graine; nous avons fait mensuellement ces deux examens.

» Au point de vue chimique, nous avons cherché qualitativement et quantitativement les divers principes que renferment les amandes douces et les amandes amères; nous avons dosé l'eau, les cendres, les matières azotées, en les supposant contenir 15 pour 100 d'azote, le glucose, le saccharose, les matières grasses et les principes gommeux (substances solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool à 85 degrés).

» Ces résultats généraux sont consignés dans des tableaux qui seront publiés ultérieurement.

» Les faits essentiels qui ressortent de ces diverses analyses sont : l'augmentation lente, mais continue, des matières azotées dans les amandes douces et amères, avec prédominance de celles-ci sur celles-là; l'accroissement d'autant plus remarquable des principes gommeux et sucrés que l'endosperme est plus développé, l'absence du glucose, du sucre dans les deux graines très-jeunes; plus tard la présence du glucose bien avant que le saccharose soit en quantité notable; enfin, longtemps apres, l'apparition des matières oléagineuses.

» III. L'examen anatomique et l'étude chimique de chaque partie de la graine prise isolément sont plus féconds en résultats : avant de les exposer, nous noterons que, quoique les amandes amères n'aient point de goût amer, elles donnent cependant la réaction de l'amygdaline, si l'on a soin de les triturer entières avec des amandes douces et de l'eau; que cette réaction n'a pas lieu si l'on n'ajoute pas des amandes douces. Maintenant, si l'on triture successivement chacune des parties constituantes avec des amandes douces, l'odorat seul suffit, à la rigueur, pour indiquer immédiatement de grandes différences, dont l'étude doit être parallèle à celle de la constitution anatomique des amandes aux différents âges de leur maturation.

» 15 *mars*. — Les amandes amères sont constituées par un épisperme peu succulent, un albumen nucellaire très-développé, un albumen du sac embryonnaire à peu près nul, un sac embryonnaire très-long et à peu près vide de matière organisée. A cette époque, les matériaux du périsperme sont à peine décomposables par l'émulsion d'amandes douces; l'épisperme, au contraire, fournit sous cette influence une odeur intense d'amandes amères.

» 25 *avril*. — Le second albumen s'est développé; sa consistance est et restera plus compacte que celle du périsperme; il ne donne aucune odeur par les amandes douces; l'épisperme donne à un plus haut degré les réactions du mois de mars; le périsperme donne une réaction plus nette que précédemment.

» 12 *mai*. — L'endosperme a acquis son maximum de développement, il remplit complétement le sac embryonnaire dont la portion inférieure s'est rétractée, dans son intérieur l'embryon commence à être visible; les portions de celui-ci qui sont les plus développées sont les cotylédons et surtout la radicule. Pour le moment, je me contente de signaler cette espèce de primauté de l'accroissement radiculaire, j'y reviendrai plus loin.

» 25 *mai*. — Par suite du développement de l'embryon (les cotylédons

ont 3 à 4 millimètres de longueur, la radicule 1 millimètre à $1^{mm},5$), l'endosperme commence à se résorber, le périsperme restant intact; l'épisperme et le périsperme surtout sont moins amers, l'endosperme à saveur très-sucrée développe à peine l'odeur cyanhydrique quand on le traite comme nous l'avons déjà dit; l'embryon, sans qu'on y ajoute des amandes douces, donne par trituration avec l'eau l'odeur d'amandes amères : il contient donc de l'émulsine.

» Enfin, le 25 juin, il n'existe plus d'endosperme, le périsperme a presque complétement disparu, les cotylédons ont leur taille normale et leur réaction connue.

» IV. Toutes ces données nous amènent à conclure; elles nous permettent d'affirmer que l'amygdaline se trouve surtout localisée dans l'épisperme; que l'endosperme en contenant des traces infinitésimales, qu'on peut attribuer à la séparation incomplète de celui-ci et du périsperme, cette substance ne pénètre pas dans l'embryon par les cotylédons, et que la voie toute particulière suivie pour y pénétrer est la suivante :

» Nous avons dit plus haut que la radicule, une fois visible, prenait momentanément un accroissement relativement plus grand que les autres parties de l'embryon; nos recherches nous ont montré que cette radicule faisait saillie et soulevait l'épisperme; si donc on étudie les rapports de cet organe avec les téguments et avec les faisceaux nourriciers qui s'y trouvent, la solution de notre dernière question découle immédiatement de cet examen. L'absorption de l'amygdaline a lieu par la radicule, et puisque l'endosperme ne contient pas cette substance, elle n'a lieu que par là.

» Quant aux cotylédons, leur rôle est tout autre; ils se nourrissent d'abord de l'endosperme, puis du périsperme, et les hydrates de carbone que renferment ces deux organes servent à la formation des matières oléagineuses qui, dès la fin du mois de mai, commencent à paraître.

» En résumé : 1° les amandes amères jeunes contiennent de l'amygdaline; 2° elles ont toujours une composition différente de celle des amandes douces; 3° l'embryon seul renferme l'émulsine; cet embryon apparaît assez tard; 4° l'amygdaline se localise dans les téguments de la graine; son origine est encore inconnue; 5° peu à peu cette substance quitte les téguments et pénètre dans les cotylédons par la radicule.

» Ce travail a été fait à l'École supérieure de Pharmacie, dans le laboratoire de M. Personne; je saisis avec empressement cette occasion de lui témoigner toute ma reconnaissance pour les excellents conseils qu'il m'a si gracieusement donnés. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le fer nickelé de Sainte-Catherine.* Note de M. LUNAY. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Daubrée.)

« Ce minéral a été découvert, vers la fin de l'année 1875, par M. Manoel Gonçalres da Roza, dans la Comarca de Nossa Senhora da Graça, province de Santa-Catarina, sur le versant sud d'une montagne appelée Morro do Rocio, à 3 kilomètres de la ville de Rio San Francisco do Sul.

» Les fragments de la masse étaient disséminés dans la montagne, en quatorze endroits différents. Trois de ces fragments affleuraient au-dessus de la surface du sol, en faisant une saillie d'environ 30 centimètres de hauteur. L'un d'eux pesait 2250 kilogrammes; à côté de ce bloc se trouvaient deux fragments pesant chacun 300 kilogrammes; puis au-dessous de ces derniers, enterrée dans une argile très-ferrugineuse, une autre partie pesant 450 kilogrammes. Ces quatre fragments constituaient la partie la plus riche et la plus intéressante du gisement; les échantillons que je vous ai transmis dernièrement, sur la demande de M. Guignet, en provenaient.

» Toutes les autres parties ont été trouvées à de faibles profondeurs, enfouies dans la même argile ferrugineuse et recouvertes d'une croûte assez prononcée d'oxyde de fer. Leur cassure montre une substance très-dure et diversement colorée en jaune rouge violacé, vert et bleu; ces fragments sont moins riches en nickel et en fer que les précédents. Sur un des points culminants de la montagne, on a rencontré une masse de 375 kilogrammes à cet état. Vers la base de cette montagne on en découvrit 1500 kilogrammes encore moins riches en métal; cette dernière était continuellement en contact avec un cours d'eau qui sourdait à côté.

» D'après des études topographiques, on a constaté que ces divers fragments sont alignés du nord au sud et qu'ils paraissent indiquer la direction du bolide qui les a apportés; les sondages et autres recherches qui ont été faits dans les autres parties de la montagne n'ont abouti, dès une petite profondeur, qu'à la roche granitique.

» Des investigations minutieuses qui ont été faites dans chacune des deux montagnes adjacentes au Morro do Rocio ont été infructueuses; partout on a rencontré la même argile et la même roche granitique, sans le moindre vestige du métal cherché.

» Des analyses du minéral dont il s'agit ont été communiquées par moi, dès le mois de mars 1876, à l'Académie des Sciences de Rio de Janeiro.

» Un premier échantillon, assez malléable et recouvert, dans ses fissures,

d'un enduit noirâtre, se laisse pulvériser presque entièrement sous le marteau; sa densité varie de 7,52 à 7,775; l'analyse m'a donné pour résultat :

Fer	64
Nickel	34,6
Total	98,6

» Un second échantillon, plus cassant, d'un aspect brun noirâtre, maculé çà et là d'une substance pulvérulente nuancée de jaune et de vert; puis un troisième échantillon, analogue à celui-ci, d'une nature spongieuse et dont la cassure figurait les nervures d'une feuille, ont été également analysés. Dans ces derniers échantillons, les deux métaux sont à l'état d'oxyde et de carbonate; leurs proportions dans la masse totale ont été trouvées comme il suit :

	I.	II.
Fer	56	38
Nickel	15,7	18,8

» Un autre échantillon, ressemblant à du fer oligiste, a donné :

Fer	50,8
Nickel	7,8

» Ayant traité 100 grammes de la partie métallique, afin d'en séparer tout le nickel, à l'état de carbonate, j'ai obtenu une partie inattaquable, que j'avais supposée d'abord, mais à tort, être de l'osmiure d'iridium. Ce résidu, formé de petits grains d'un blanc métallique et mélangé de grains de quartz, d'après l'examen que j'en ai fait, renferme du fer et du nickel ainsi que du phosphore. La présence de ce dernier corps m'avait été annoncée, lors du traitement par l'acide chlorhydrique bouillant, par une odeur particulière rappelant celle de l'hydrogène phosphoré. Du silicium et du carbone sont également associés au phosphure. La proportion de ce phosphure de fer et de nickel a été de 65 centigrammes sur 100 grammes, soit de 0,0065.

» Je me permettrai de faire une remarque sur l'opinion émise par M. Boussingault, que la résistance de ce métal à l'oxydation est due à la présence d'une forte proportion de nickel; on a observé ette même résistance sur du fer beaucoup moins riche en nickel et nous pensons qu'on peut l'attribuer quelquefois à la présence du phosphore.

» Nous évaluons le poids total des différents morceaux de la météorite à environ 7000 kilogrammes, dont il ne reste plus que quelques débris épars. Le tout a été envoyé dans différents pays pour être livré à l'industrie. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques faits physiologiques observés sur les Drosera*. Note de M. ZIEGLER.

« Le 6 mai 1872 et le 18 mai 1874 j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie des Sciences des faits nouveaux concernant l'irritabilité des cils des feuilles de Drosera. J'ai établi, par des expériences qui donnent des résultats des plus constants, qu'une irritation mécanique, produite avec un instrument en fer ou en bois, n'occasionne jamais la moindre contraction dans les cils des Drosera et que cette contraction ne peut être produite que par trois sortes d'irritations d'une autre nature : 1° par une irritation chimique qui résulte de l'action immédiate de la plus grande partie des sels, des acides et des matières caustiques; 2° par l'irritation purement physique produite par le contact d'un petit animal vivant ou très-récemment mort; et 3° par l'irritation aussi purement physique produite par le contact de certains corps inertes qui ont subi préalablement le contact d'un animal vivant (1).

» Cette troisième sorte d'irritation, qu'on peut appeler à bon droit *irritation animale indirecte*, est un fait tellement extraordinaire qu'il ne trouve aucune place dans le cadre des sciences et des faits aujourd'hui admis par les corps savants.

» A ma connaissance, il n'y a que M. Darwin qui se soit jusqu'à ce jour occupé de mes recherches. Malheureusement M. Darwin a répété mes expériences à une époque à laquelle il n'avait pas encore reçu mon livre, la *Zoïcité;* malheureusement aussi il n'a pas tenu grand compte de mon Mémoire de 1872, et ces expériences ont été répétées par l'illustre savant avec des matières organiques que je déclare dans mon Mémoire être complétement neutres et sans action, à l'exception du blanc d'œuf coagulé qui, directement déposé sur les feuilles, y a exercé une irritation chimique. Or l'étude des Drosera, sous le point de vue d'influences physiques nouvelles, est d'une telle importance qu'il ne faut pas la laisser s'endormir.

» Comme je l'ai prouvé dans mon Mémoire du 6 mai 1872, quand une plante de Drosera, a subi un contact animal indirect et exagéré, cette plante non-seulement cesse de prendre des insectes, mais acquiert même des propriétés inverses et devient sensible alors à une action physique produite par les sels de quinine.

(1) La contraction qu'on obtient en promenant longtemps un pinceau ou un cheveu sur la surface d'une feuille de Drosera est uniquement due à une influence physique animale indirecte.

» Cette action physique de la quinine, qu'on peut désigner par le nom de *quinicité*, a le pouvoir de ramener la Drosera à son état normal.

» Beaucoup d'autres corps partagent avec la quinine cette remarquable propriété et parmi ces corps figure l'*urée*. Ainsi que cela arrive avec la quinine, l'urée ne produit, par son action physique, aucun mouvement dans les Drosera normales; mais, en alliant l'urée à certains autres corps, on obtient des résultats différents, et l'on peut faire à ce sujet des expériences bien curieuses. Je vais en citer une.

» On prépare avec de la cire blanche trois sortes de granules; dans les premiers, on incorpore de l'urée pure; dans les seconds, de la limaille de fer très-fine, et, dans les troisièmes, on incorpore tout à la fois de l'urée et du fer. On lave ces granules à l'eau distillée et, après les avoir bien séchés à l'air, on les tient pendant quelques minutes entre les doigts, sans aucune précaution, pourvu que les doigts soient bien propres et à peu près secs. Cela fait, on place ces granules sur autant de feuilles de Drosera bien saines et l'on ne manque jamais de constater que les granules à urée pure et à fer pur n'exercent aucune espèce de contraction sur les cils, tandis que les granules qui renferment un mélange d'urée et de fer font subir aux cils des feuilles de Drosera une contraction très-forte; et le mélange, s'il n'a pas d'abord subi un contact animal, est tout aussi inactif que l'urée pure et le fer. »

TOXICOLOGIE. — *Étude comparée des préparations cuivriques introduites dans l'estomac et dans le sang.* Note de MM. **V. Feltz** et **E. Ritter**, présentée par M. Ch. Robin.

« Nos expériences antérieures nous ont démontré que les sels de cuivre déterminent des accidents d'autant plus sérieux que les animaux vomissent moins. Nous étudions aujourd'hui l'action de composés cuivriques moins émétiques et l'effet d'une préparation cuivrique que l'on peut injecter dans le sang sans coaguler l'albumine.

» *A.* De tous les sels de cuivre que nous avons injectés dans l'estomac, le sulfate de cuivre ammoniacal nous semble agir le plus énergiquement. De trois chiens qui reçoivent $0^{gr},078$, $0^{gr},127$, $0^{gr},315$ de cuivre sous forme d'une solution à 40 pour 1000 de sulfate ammoniacal, deux de ces animaux succombent, l'autre devient très-malade pendant plusieurs jours. L'autopsie a mis en évidence le boursouflement, l'hypérémie avec taches hémorrhagiques, la desquamation épithéliale de la muqueuse de l'estomac et de l'intestin; l'analyse des foies a constaté dans ces organes des quantités de

cuivre de $0^{gr},004$ à $0^{gr},005$. Les signes observés pendant la vie étaient des vomissements séreux et mousseux d'abord, sanglants ensuite, de la diarrhée bilieuse sanguinolente, de l'anorexie, une grande perte de poids et la paralysie des sphincters.

» *B.* Nous avons associé l'albumine au sulfate de cuivre ammoniacal; la solution bleue contenait par litre $12^{gr},008$ de cuivre et répandait une odeur ammoniacale : elle doit être injectée peu de temps après sa préparation, sans quoi elle se gélatinise, par suite de l'évaporation d'une partie de l'ammoniaque. L'ammoniaque contenue dans notre solution s'élève à $5^{gr},76$ par litre, mais la moitié seulement doit être regardée, d'après nos expériences, comme étant en liberté.

» Deux chiens pesant $5^{kg},100$ et $6^{kg},800$, ayant reçu en 2 ou 3 fois en un jour, par la sonde œsophagienne et par kilogramme de leur poids : le premier $0^{gr},60$, le deuxième $0^{gr},44$ de cuivre à l'état d'albuminate soluble, périrent en vingt-quatre heures. Leurs foies renfermaient $0^{gr},003$ et $0^{gr},0045$ de cuivre. Un troisième chien de 20 kilogrammes ne reçut que $0^{gr},15$ de cuivre par kilogramme de son poids, mais cette dose fut répétée pendant cinq jours. L'animal malade dès la première dose perdit successivement 3 kilogrammes de son poids, présenta les signes habituels de l'empoisonnement et eut le sixième jour un ictère hémorrhagique. Le foie contenait $0^{gr},0106$ de cuivre.

» Pour démontrer que l'ammoniaque mise en liberté n'est pour rien dans la gravité des accidents, nous avons injecté à un chien de 18 kilogrammes pendant cinq jours et dans les mêmes conditions que le chien précédent 250 centimètres cubes d'eau distillée tenant en dissolution $1^{gr},44$ d'ammoniaque. L'animal n'eut d'autre symptôme qu'un ou deux vomissements glaireux après l'ingestion du liquide.

» *C.* En précipitant une solution aqueuse de sulfate de cuivre par de l'albumine du blanc d'œuf, on obtient un albuminate cuivrique insoluble. Deux chiens de $8^{kg},700$ et $13^{kg},200$ reçoivent en un jour dans l'estomac sous forme d'albuminate insoluble, par kilogramme de leur poids, $0^{gr},332$ et $0^{gr},109$ de cuivre. Ces deux animaux vomissent plusieurs fois, mais ne tombent nullement malades, ne perdent pas l'appétit ni ne diminuent de poids.

» On injecte à deux autres chiens de $9^{kg},700$ et $17^{kg},800$, pendant quatre jours de suite, une dose journalière de $0^{gr},262$ et de $0^{gr},142$ de cuivre par kilogramme de leur poids, sans provoquer plus d'accidents que chez les deux premiers.

» *D.* La glycérine mélangée à du sulfate de cuivre modifie les propriétés de ce sel au point qu'il n'est plus précipité par la potasse employée en

certaines proportions. Une solution semblable, faite avec 250 centimètres cubes de glycérine sirupeuse et contenant 3 grammes de cuivre, est administrée à trois chiens de $7^{kg},600$, $14^{kg},300$ et $8^{kg},600$: ce qui fait, par kilogramme de leur poids, $0^{gr},394$, $0^{gr},209$ et $0^{gr},350$ de cuivre. Les trois chiens meurent empoisonnés. Deux autres chiens de $8^{kg},600$ et $8^{kg},300$ reçoivent dans l'estomac : l'un $0^{gr},310$, l'autre $0^{gr},345$ de cuivre, par kilogramme de leur poids, dans 250 centimètres cubes de glycérine aqueuse. Ils vomissent beaucoup plus facilement que les précédents et se remettent au bout de deux jours.

» La différence d'action des deux solutions s'explique par la grande viscosité de la première, les chiens ne pouvant la rejeter par les vomissements aussi facilement que la seconde.

» *E*. L'albuminate de cuivre étant soluble dans un excès d'albumine, nous avons obtenu par ce procédé et après filtration un liquide neutre, contenant $0^{gr},00115$ de cuivre par centimètre cube. Cette solution d'albuminate cuivrique, ayant le grand avantage de ne pas coaguler le sérum du sang, a pu être injectée directement dans les veines.

» Nous injectons, dans la veine crurale d'un chien de $15^{kg},750$, 135 centimètres cubes d'albumine de blanc d'œuf filtrée ; l'animal n'a d'autre accident que l'apparition de l'albumine dans les urines, signalée depuis longtemps dans ces conditions par M. Cl. Bernard.

» Deux autres chiens de 20 kilogrammes chacun reçoivent dans la veine 135 centimètres cubes d'albumine, mais tenant en dissolution $0^{gr},155$ de cuivre, c'est-à-dire $0^{gr},0077$ par kilogramme de leur poids. Ils meurent très-rapidement. Nous diminuons progressivement la dose et nous arrivons aux résultats suivants :

» Nous introduisons dans la veine crurale d'un chien de 14 kilogrammes $0^{gr},0032$ de cuivre par kilogramme de son poids, en tout 46 milligrammes. Il vit vingt-huit heures, vomit beaucoup, a une diarrhée séreuse sanglante et présente des signes de paralysie. A l'autopsie peu de lésions de l'estomac, mais une hypérémie avec infiltration sanguine de la muqueuse de tout l'intestin.

» Deux chiens de $22^{kg},700$ et de $17^{kg},700$ reçoivent dans la veine crurale, par kilogramme de leur poids, $0^{gr},0025$; ce qui fait en tout $0^{gr},057$ et $0^{gr},046$ de cuivre. Les deux chiens succombent du deuxième au troisième jour. La quantité de cuivre trouvée dans les foies est de $0^{gr},0225$ et de $0^{gr},0187$.

» Nous injectons $0^{gr},002$ de cuivre par kilogramme de leur poids à deux chiens de $15^{kg},500$ et de 18 kilogrammes, en tout $0^{gr},0347$ et $0^{gr},0368$. Ces deux animaux vivent plus longtemps que les précédents : l'un ne meurt qu'au bout de cinq jours. Ce dernier présente un ictère hémorrhagique des plus accentués. Le foie analysé renferme $0^{gr},025$ de cuivre.

» Trois chiens de 19 kilogrammes, $9^{kg},100$ et $8^{kg},700$ sont opérés en leur injectant dans le sang, aux deux premiers $0^{gr},0015$, $0^{gr},001$ de cuivre par kilogramme de leur poids, en tout $0^{gr},0287$, $0^{gr},0138$ et 0,009 de cuivre. Ces animaux vomissent, ont de la diarrhée séro-sanguinolente, maigrissent beaucoup, mais se remettent complétement.

» *Conclusions.* — Il découle de ces expériences que : 1° l'albuminate de cuivre insoluble ingéré dans l'estomac en très-notables proportions n'a presque pas d'effet sur l'organisme.

» 2° L'albuminate de cuivre soluble dans l'estomac détermine des accidents au moins aussi graves que le sulfate ammoniacal dissous dans l'eau distillée.

» 3° Le sulfate de cuivre dissous dans la glycérine sirupeuse est beaucoup plus toxique que ce même sel dissous dans la glycérine aqueuse.

» 4° Une solution d'albuminate de cuivre au titre de $0^{gr},00115$ de cuivre par centimètre cube injectée dans le sang détermine la mort sitôt que la dose introduite dépasse $0^{gr},0015$ par kilogramme du poids de l'animal.

» 5° Un sel de cuivre ingéré dans l'estomac ne deviendra toxique que lorsque l'économie aura pu absorber la dose que nous venons de déterminer dans le sang;

» 6° Les principales voies d'élimination du cuivre semblent être, par ordre d'importance, l'intestin, le foie et les reins. »

MÉDECINE. — *Traitement du rhumatisme, de la goutte et de divers états nerveux, par l'acide salicylique et ses dérivés.* Note de M. G. SÉE, présentée par M. Gosselin.

« L'acide salicylique est contenu dans l'huile essentielle des fleurs de la Reine des prés (*Spirea ulmaria*), sous la forme d'hydrure de salicyle, constaté par Pagenstecher, Dumas et Ettling; il existe aussi dans l'essence dite de Wintergreen, sous la forme de salicylate de méthyle, dont M. Cahours a le premier retiré l'acide salicylique.

» Ce médicament, qu'on prépare aujourd'hui à l'aide du phénate de

soude, traité à chaud par un courant d'acide carbonique, a été successivement employé pour neutraliser les ferments, puis comme antiseptique interne pour s'opposer à la marche des maladies spécifiques, parasitaires, virulentes, miasmatiques, c'est-à-dire de la diphthérie, la variole, les fièvres intermittentes et typhoïde. Mais ce n'est pas dans ces maladies que se trouvent les véritables indications de ce remède.

» Les études expérimentales que j'ai instituées, et les observations cliniques que j'ai recueillies depuis huit mois, m'ont conduit aux résultats thérapeutiques les plus remarquables dans le traitement : 1° du rhumatisme aigu ; 2° des diverses formes de rhumatisme chronique ; 3° de la goutte dans ses diverses phases, y compris la gravelle ; 4° des névralgies et des formes douloureuses des lésions de la moelle épinière.

» Voici le résumé de mes recherches.

» 1° *Rhumatisme articulaire aigu.* — Cinquante-deux observations dont dix-neuf se rapportent au rhumatisme fébrile et trente-trois au rhumatisme aigu apyrétique.

» La prescription est de 5 à 6 grammes d'acide salicylique divisés en douze doses par jour, ou mieux de 8 à 10 grammes de salicylate de soude, sel parfaitement soluble, à prendre dans 100 grammes d'eau, en cinq ou six doses. La moitié de ces malades étaient à leur deuxième ou troisième attaque, et la durée des attaques antérieures avait été de trois semaines à trois mois ; la durée moyenne du rhumatisme aigu est de trente à trente-six jours.

» Or, chez tous mes malades, à l'exception d'un seul, la durée de l'attaque ne dépassa pas trois jours. Les douleurs cessent en douze à dix-huit heures, les fluxions articulaires en deux à trois jours ; la fièvre tombe en même temps, et les malades recouvrent leurs mouvements.

» Les récidives ou rechutes sont évitées, si l'on a le soin de continuer l'usage du médicament pendant quinze jours, car il s'élimine par les urines dans les quarante-huit heures.

» Sans effet sur les lésions du cœur, le salicylate peut, étant employé au début, prévenir l'envahissement des organes internes, en enrayant immédiatement la maladie.

» 2° *Rhumatisme chronique.* — Dix cas de rhumatismes chroniques datant de plusieurs mois. — Guérison en huit à dix jours de l'engorgement douloureux des articulations, des rétractions musculaires ; cessation de l'immobilité des jointures.

» Dans l'arthrite noueuse, les résultats sont moins satisfaisants; mais les crises douloureuses disparaissent.

» 3° *Goutte aiguë.* — Sept cas. — Les douleurs et le gonflement des jointures se dissipent comme dans le rhumatisme aigu.

» Dans la goutte chronique, dont j'ai observé quatorze cas, les effets ont été plus remarquables que dans le rhumatisme chronique; le médicament favorise souvent, en effet, l'élimination de l'acide urique, dont l'accumulation dans le sang constitue la cause principale de la goutte.

» Dans ces quatorze cas, la goutte occupait et immobilisait depuis plusieurs mois, et même depuis trois ans, les jointures des membres inférieurs, en provoquant les douleurs les plus vives; tous ces malades guérirent en une à deux semaines.

» 4° *Gravelle.* — L'acide salicylique favorise l'élimination des graviers et diminue les douleurs néphrétiques dues au passage des graviers dans les conduits qui vont des reins à la vessie.

» 5° La médication salicylique paraît modifier avantageusement certaines névralgies faciales, parfois la migraine; elle rend les services les plus incontestés dans ces maladies douloureuses de la moelle épinière, qui produisent les crises appelées *douleurs fulgurantes* (sept cas).

» Les inconvénients de cette médication sont les bourdonnements d'oreilles, qui sont pour ainsi dire constants; un certain degré de surdité, qui disparaît lorsque la dose est abaissée à 4 grammes de salicylate; dans certains cas j'ai noté des sueurs profuses, de la faiblesse, de la somnolence; mais ces derniers phénomènes s'atténuent graduellement, et cessent dès qu'on diminue la dose à 5 ou 6 grammes. Mais il n'y a pas le moindre trouble dans la circulation, ni dans les fonctions du cœur; jamais je n'ai vu la goutte rétrocéder vers les organes internes. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la recherche de l'acide salicylique.* Note de M. **H. Marty**, présentée par M. Bussy.

« Dans la séance du 4 juin dernier, M. Robin a présenté à l'Académie des Sciences, au nom de M. Robinet, une Note sur la recherche de l'acide salicylique dans les vins et dans l'urine. Malheureusement le procédé qu'indique l'auteur repose sur une erreur de fait, et donnerait lieu certainement à de nombreux mécomptes.

» M. Robinet dit, en effet, qu'il est très-important dans cette recherche de *tenir à ce que le liquide contienne toujours un excès d'acide sulfurique.*

» Or tout le monde sait que la coloration qui se développe au contact des acides organiques et des persels de fer disparaît par l'addition d'un acide minéral. Comment, dès lors, pourrait-on mettre en évidence la présence de l'acide salicylique, au moyen du perchlorure de fer, dans un liquide qui renfermerait un excès d'acide sulfurique?

» Je n'ai jamais pu, en effet, obtenir la réaction de l'acide salicylique, en opérant comme l'indique M. Robinet. La recherche de cet acide, soit dans les vins, soit dans l'urine, est au contraire des plus faciles et des plus sensibles, en suivant le procédé indiqué par M. Yvon. Il suffit d'agiter directement avec quelques centimètres cubes d'éther le liquide additionné de quelques gouttes d'acide chlorhydrique. L'éther s'empare de l'acide salicylique et l'abandonne, par l'évaporation spontanée, au-dessus d'une solution faible de perchlorure de fer, en produisant un anneau fortement coloré en violet. »

MÉDECINE. — *De l'usage externe de l'acide salicylique.*
Note de M. **Alf. Grellot.**

« Depuis quelques années, la thérapeutique a tiré un puissant parti de l'acide salicylique. Nous nous proposons de montrer que la médication externe n'est pas moins avantageuse que la médication interne.

» Au mois de septembre 1876, nous fûmes appelé auprès de Mme X..., accouchée depuis cinq jours; la malade était en proie à une fièvre intense, le ventre fortement ballonné, les lochies sanguino-purulentes répandant une odeur nauséabonde. Nous ordonnâmes six injections vaginales d'acide salicylique dans la journée. Le lendemain, l'état de la malade s'était sensiblement amélioré; nous fîmes continuer la médication; après trois jours, tout accident avait disparu.

» Quelque temps après, nous fûmes appelé auprès d'une jeune femme primipare qui avait été incomplétement délivrée et présentait tous les symptômes d'une fièvre puerpérale. Ses sécrétions vaginales avaient une odeur fétide. Aussitôt nous prescrivîmes des injections d'acide salicylique, et, deux jours plus tard, l'état de la malade présentait une amélioration notable. Nous fîmes continuer les injections d'acide salicylique, et bientôt notre malade fut debout.

» Nous pourrions citer plusieurs observations analogues. Ces succès nous

engagèrent à essayer l'action de l'acide salicylique dans les divers écoulements du vagin. Dans le traitement des leucorrhées, nous eûmes toujours recours à des injections d'acide salicylique et toujours leur emploi fut suivi de succès. En conséquence, l'acide salicylique, employé en injections comme nous le faisons, est exempt de causticité et guérit toutes les sécrétions vaginales de mauvaise nature. »

CHIRURGIE. — *Des avantages des trépanations immédiates et hâtives.* Note de M. Gross, présentée par M. C. Sédillot.

« Les indications curatives des fractures du crâne sont le sujet de graves discussions, et beaucoup de chirurgiens blâment encore et proscrivent la trépanation.

» Cette conduite se justifie difficilement, croyons-nous, dans les fractures du crâne avec enfoncement d'esquilles blessant les méninges et le cerveau; aussi paraît-il important de confirmer les préceptes soutenus depuis 1869 par M. Sédillot sur l'urgence et l'utilité des trépanations hâtives, préventives et exploratrices, admises et confirmées par l'expérience des siècles, sous le nom de *doctrine hippocratique*. C'est dans ce but que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie une observation de fracture du crâne, compliquée d'esquilles enfoncées dans la substance cérébrale et guérie, comme dans la plupart des cas analogues, par l'extraction des corps étrangers pratiquée le jour même de l'entrée du blessé à l'hôpital.

» Les succès sont en raison de la promptitude de l'opération, et nous ne craignons pas d'affirmer la convenance et la nécessité d'explorations directes, qui seules peuvent mettre à l'abri d'erreurs compromettant également l'humanité et la science.

» Je reçus à l'hospice Saint-Léon de Nancy un jeune homme de 18 ans, qui avait été frappé quatre jours auparavant d'un coup d'étrille à la région pariétale gauche. Légère syncope, plaie contuse, hémorrhagie, et cependant continuation des travaux habituels jusqu'au troisième jour, malgré de l'insomnie et une violente céphalalgie. L'exploration de la plaie à l'aide d'un stylet révéla l'existence d'une *fracture du pariétal* avec *esquilles* enfoncées dans la substance cérébrale. Ni contracture, ni paralysie, ni douleur, ni fourmillements dans les membres; force musculaire intacte, mais impossibilité d'écrire, en raison d'un tremblement assez violent de la main dès que le malade essayait de s'en servir; marche incertaine et titubante, commencement de rétention d'urine. La nature et la gravité des symptômes

nous semblèrent commander une intervention immédiate, et ayant fait transporter le blessé à la salle des opérations et l'ayant chloroformé, j'élargis la plaie, et, ayant trépané le crâne par des résections partielles, je retirai avec une pince, et en m'aidant d'un ciseau et d'un maillet, quatre esquilles, dont la plus grande, ayant pénétré dans le cerveau et appartenant à la table vitrée, avait $0^{m},020$ de diamètre. Une assez grande quantité de pus s'écoula pendant l'opération, et une injection poussée avec beaucoup de précautions servit à déterger la plaie et mit à nu la cavité que l'esquille avait occupée. Quatre épingles à sutures furent placées sur les branches antérieure, supérieure et postérieure de la plaie cruciale des téguments; la branche inférieure ainsi que la solution de continuité produite par le corps vulnérant ne furent pas réunies. Dans la soirée, le malade se trouve bien et affirme que la céphalalgie a diminué. Pouls à 72, température 38°,5, parole moins embarrassée que le matin. Amélioration progressive très-sensible. Le malade se lève et se promène le 22 octobre.

» Le 10 novembre, un stylet introduit dans la plaie par un élève, aussi ignorant que téméraire, cause au malade de la douleur et des éblouissements. Une heure plus tard céphalalgie, agitation, anxiété. Nuit mauvaise, parole un peu embarrassée, réponses lentes et difficiles; le 13 et le 14, disparition des accidents. Éliminations successives de petits fragments nécrosés du contour osseux. Le 23 décembre, le malade quitte l'hôpital dans un état de santé excellent. Il a repris son service de conducteur de voitures et nous l'avons revu parfaitement guéri.

» Il nous paraît de toute évidence que le malade a dû la vie à l'opération du trépan, et il faudrait un étrange aveuglement pour oser, comme on le fait encore, fermer la plaie, la tamponner, enfermer les esquilles dans le crâne et le cerveau et en rêver l'innocuité par enkystement, accoutumance, ou élimination spontanée.

» Les exemples d'accidents mortels causés par de si graves erreurs sont innombrables, et notre seul regret a été de n'avoir pas été appelé à trépaner le malade au premier moment de sa blessure, pour le soustraire aux dangers de l'inflammation suppurative que devait produire une esquille traversant les méninges et engagée dans la substance cérébrale. L'indication de l'extraction des fragments vitrés, complétement détachés du crâne et blessant la dure-mère et le cerveau, impose l'obligation de les rechercher, de les découvrir et de recourir à tous les moyens d'investigation que l'art et l'expérience ont fait connaître pour éclairer le chirurgien et multiplier les chances de salut. C'est à ce point de vue supérieur que les tré-

panations exploratrices, hâtives et préventives, déjà recommandées par l'École hippocratique, méritent les plus sérieuses études de la Chirurgie, et ne sauraient être trop recommandées. »

M. le général **Morin** présente, de la part de M. le *Président du Comité des fortifications,* les deux feuilles n° 8 de la « Carte de France au $\frac{1}{500000}$ », rédigée par le service du Génie militaire.

M. **A. Olivier** adresse une « Étude sur un mode de propulsion des navires ».

M. **J. Dusart** adresse une Note « Sur un instrument à base constante, destiné à mesurer les distances et les hauteurs ».

M. **L. Hugo** transmet un diagramme des variations d'éclat de l'étoile nouvelle du Cygne.

M. **E. Palama** adresse un Mémoire intitulé : « Nouvelle théorie du mouvement du système solaire ».

M. **J. Laugé** adresse à l'Académie un Mémoire sur la grêle.

M. **G. Pouchet** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat les planches de son Mémoire sur le développement de la tête des poissons.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juillet 1877.

Mémoires publiés par la Société centrale d'Agriculture de France; année 1876, t. III. Paris, veuve Bouchard-Huzard, 1877; in-8°.

A. Certes. *Le Phylloxera et le budget.* Paris, Guillaumin et C[ie], 1877; br. in-8°. (Extrait du *Correspondant.*)

Sur un Mémoire de Daviet de Foncenex et sur les géométries non euclidiennes; par A. Genocchi. Turin, Impr. royale, 1877; in-8°.

Contributions à l'étude du sommeil naturel et artificiel; par A.-M. LANGLOIS. Dijon, impr. E. Jobard, 1877; br. in-8°.

Théorie des mouvements de l'atmosphère et de l'Océan; par A. ANSART-DEUSY. Paris, A. Bertrand, 1877; in-8°.

Résumé d'études sur la fièvre jaune, observée à la Vera-Cruz pendant les épidémies qui se sont succédé de 1862 *à* 1867; *par* le Dr FUZIER. Paris, direction du *Spectateur militaire*, 1877; br. in-8°.

Météorologie nautique. Étude sur la circulation atmosphérique de l'Atlantique nord, etc.; par L. BRAULT. Paris, A. Bertrand, 1877; in-8°.

Du déboisement des campagnes, dans ses rapports avec la disparition des oiseaux utiles à l'agriculture; par M. A. BURGER. Paris, Librairie agricole, 1877; br. in-8° (deux exemplaires).

De l'assèchement du sol par les essences forestières; par A. BURGER. Paris, Librairie agricole, 1877; br. in-8° (deux exemplaires).

La première tournée de révision dans la province de Constantine; par le Dr BRYON. Constantine, impr. Bayard; Paris, Challamel, 1877; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 juillet 1877.)

Page 45, ligne 15, *après* (Extrait des *Nouvelles Annales*), *ajouter* (Présenté par M. Yvon Villarceau).

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	à 0m,30	à 1m,00.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80)	ÉVAPOROMÈTRE	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE sans correction locale.	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	mm	°	°	°	°	°	°		°	°	°	mm		mm	mm	ell	mg
1	750,6	11,3	20,3	15,8	14,4	- 1,7	14,4	54,9	15,6	14,5	11,8	8,8	73	2,6	4,3	-13,8	0,8
2	758,5	7,8	22,3	15,1	14,9	- 1,3	15,4	54,3	16,4	14,5	12,0	8,9	73	.	3,2	3,8	0,9
3	752,1	9,1	29,7	19,4	20,2	3,9	20,8	68,1	23,5	15,9	12,3	11,6	68	.	3,5	3,3	0,6
4	750,7	14,9	29,9	22,4	23,3	6,9	23,5	61,4	25,4	17,9	12,4	13,8	67	0,0	4,0	3,0	0,8
5	758,3	11,1	16,2	13,7	12,9	- 3,6	12,9	15,6	12,5	18,1	12,9	9,9	90	2,5	1,3	0,8	0,6
6	758,6	10,5	20,2	15,4	15,9	- 0,7	15,2	40,3	16,6	16,6	13,3	9,7	73	0,2	2,5	4,0	0,7
7	762,3	11,2	22,0	16,6	15,9	- 0,8	15,8	46,0	17,6	16,7	13,5	9,1	69	.	3,2	5,4	0,6
8	757,6	10,3	28,0	19,2	20,7	3,9	20,8	67,1	23,9	17,8	13,7	12,3	69	0,0	3,3	- 0,2	0,5
9	758,2	15,0	31,2	23,1	22,6	5,7	22,8	57,7	25,5	19,5	13,9	14,9	74	0,0	3,4	- 3,5	0,3
10	758,1	15,5	31,5	23,5	24,5	7,5	24,7	67,6	26,9	20,7	14,3	15,2	69	.	4,2	4,0	0,2
11	756,5	17,1	33,6	25,4	26,4	9,3	26,7	67,8	29,1	22,0	14,8	15,0	62	0,0	4,3	3,3	0,2
12	752,0	20,1	31,4	25,8	25,4	8,3	24,9	59,3	26,5	23,0	15,3	15,8	67	0,0	4,8	8,0	0,2
13	753,0	17,8	28,8	23,3	22,6	5,4	22,5	39,9	26,8	23,2	15,9	13,7	69	0,0	5,1	9,3	0,3
14	754,3	16,4	21,5	19,0	19,2	1,9	19,0	16,0	19,0	22,2	16,4	13,5	81	1,6	1,7	- 5,9	0,2
15	755,9	16,2	26,5	21,4	20,7	3,4	20,5	57,8	21,5	21,2	16,7	9,1	53	.	7,4	10,8	0,4
16	755,4	14,8	27,5	21,2	21,2	3,9	21,2	68,4	24,0	21,5	16,9	8,2	46	.	7,5	15,5	0,4
17	753,9	13,8	29,6	21,7	22,5	5,2	22,5	69,5	25,7	22,0	17,0	10,9	56	.	5,3	10,3	0,3
18	755,3	16,1	28,8	22,5	21,7	4,4	21,9	43,6	25,8	22,5	17,2	14,7	78	12,0	1,9	- 4,1	0,3
19	758,3	16,5	26,5	21,5	20,0	2,7	19,6	47,4	21,1	21,7	17,4	13,9	80	.	2,2	8,0	0,7
20	756,0	14,8	28,8	21,8	21,6	4,3	21,9	62,1	23,8	21,9	17,6	12,9	69	.	3,7	-21,2	0,4
21	751,4	15,7	26,9	21,3	19,0	1,7	19,3	45,6	20,4	22,3	17,7	14,3	88	0,0	3,1	4,2	0,5
22	749,3	14,5	25,6	20,1	18,3	1,0	17,9	54,7	19,2	21,4	17,9	11,6	76	7,7	3,0	5,3	0,6
23	752,6	14,1	21,5	17,8	16,3	- 1,1	15,8	37,7	16,6	19,8	18,0	10,1	73	0,8	3,0	10,6	0,7
24	757,2	10,6	21,2	15,9	14,9	- 2,5	15,1	60,5	18,9	19,3	17,9	7,9	65	.	5,2	7,5	0,3
25	759,7	9,3	21,9	15,6	14,8	- 2,7	15,2	57,8	17,2	19,0	17,7	6,7	55	.	5,2	14,3	0,3
26	76[illegible],2	8,2	23,7	16,0	16,9	- 0,7	17,7	65,9	21,0	19,4	17,6	8,2	60	.	5,1	34,1	0,3
27	759,3	11,5	25,1	18,3	18,2	0,5	18,9	61,4	21,8	20,4	17,5	9,5	62	.	5,0	6,2	0,2
28	761,1	11,9	23,5	17,7	18,3	0,6	18,5	55,2	19,4	20,8	17,6	9,1	61	.	5,1	13,2	0,3
29	762,3	11,4	28,4	19,9	20,6	2,8	21,5	66,6	23,4	21,2	17,7	9,3	56	.	4,5	25,8	0,2
30	759,9	13,8	30,4	22,1	22,4	4,6	23,4	51,9	24,9	22,1	17,8	11,2	59	.	4,7	- 0,5	0,2

(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyennes des observations sexhoraires.
(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
(6) La moyenne normale est déduite de la courbe rectifiée des moyennes de 60 années d'observations.
(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité horizontale.	Intensité totale.	VENTS à 20 mètres. Direction dominante.	Force moyenne.	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	
1	17°.9',5	65°.34',3	1,9336	4,6561	SW ¼ W	assez fort.	WSW	7	Q.-q. bourrasques. Orage à 3h20m m. Ondée à
2	9,8	34,5	9336	6567	SW	faible.	WSW	4	Rosée le soir. État du ciel variable. [12h20m.]
3	9,9	34,3	9337	6565	SSE	faible.	SW k	5	État du ciel très-variable.
4	10,1	33,3	9334	6528	S	très-faible.	S ¼ SW k	5	Gouttes de pluie par intervalles.
5	7,7	34,3	9335	6560	W à S	très-faible.	SW	9	Continuellement pluvieux.
6	10,2	33,3	9349	6565	W à SSW	faible.	WSW	9	Gouttes de pluie avant l'aurore.
7	9,5	33,2	9342	6546	tr.-variable	très-faible.	W à S	5	État du ciel variable. Assez beau le soir.
8	10,7	33,7	9337	6549	SE	très-faible.	SW k	4	Rosée le matin. Gouttes de pluie le soir.
9	9,9	33,1	9340	6536	tr.-variable	très-faible.	variable.	3	Rosée. Orage lointain de 4h à 5h30m s., avec
10	9,1	32,5	9340	6518	tr.-variable	presque nul.	SSW	1	Rosée matin et soir. [gout. de pluie.
11	9,1	32,2	9337	6503	tr.-variable	très-faible.	SW k	3	Gouttes de pluie vers 11h soir; éclairs diffus.
12	10,7	32,9	9342	6535	tr.-variable	faible.	SW	3	Gouttes de pluie à 8h m. Éclairs diffus le soir.
13	9,7	32,8	9340	6527	NW à NE	faible.	SW	5	Tr.-variable. Gouttes de pluie le matin.
14	9,8	34,3	9333	6556	NE	faible.	E	9	Pluies d'orages circonvoisins (11 h. 40m m. à 12 h. 50m. 6 h. 10m soir à 8 h. 35m).
15	9,5	33,8	9340	6558	NE	faible.	NE k	2	Beau temps l'après-midi et le soir.
16	10,2	32,7	9346	6540	ENE	modéré.	"	0	Beau temps. [le soir.]
17	9,8	32,8	9346	6541	E à W par S	faible.	"	1	Beau le jour. Nuages orageux et éclairs diffus
18	9,2	33,5	9344	6559	tr.-variable	très-faible.	E ¼ NE	6	Orage de 1h40 à 4h20m s. Ondée à 3h25m s. Rosée
19	9,6	33,5	9354	6582	SW	faible.	SW k	7	Traces de halos jour et nuit. [la nuit.]
20	9,0	33,3	9358	6587	tr.-variable	très-faible.	tr.-variab.	4	Tonnerres à 5h soir. Éclairs diffus le soir.
21	9,2	33,9	9351	6587	S	très-faible.	tr.-variab.	8	Gouttes de pluie par intervalles.
22	10,1	33,4	9354	6579	SW	modéré.	SW	6	Fort orage vers 3h30m soir, avec ondée.
23	9,1	33,4	9359	6592	SW à NW	faible.	W à NW	8	Pluvieux le matin et milieu du jour.
24	8,6	33,4	9363	6600	W à N	faible.	SW à N	4	État du ciel très-variable.
25	10,6	34,0	9347	6579	NW	faible.	NW	4	Id. id.
26	10,5	33,5	9355	6584	W à N	faible.	W k	6	Id. id.
27	8,9	31,6	9345	6566	NNW	faible.	NNW	5	Id. très-vaporeux.
28	10,1	31,8	9352	6527	NNE	faible.	NNE k	4	Id. id.
29	9,9	32,8	9340	6528	ESE	faible.	NE k	2	Id. id.
30	10,3	32,7	9350	6550	tr.-variable	très-faible.	SW k	4	Id. id.

(18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues faites sur la fortification du bastion n° 82.
(20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites dans le pavillon magnétique du parc.
(22) (24) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. k désigne les cirrhus.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Juin 1877).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	17° +	4,0	7,1	15,7	15,8	11,8	9,4	7,1	17. 9,7
Inclinaison »	65° +	34,0	34,7	33,2	32,6	32,7	32,9	33,2	65.33,3
Force magnétique totale	4,+	6557	6546	6529	6550	6562	6570	6564	4,6553
Composante horizontale	1,+	9338	9324	9336	9352	9356	9357	9350	1,9345
Composante verticale	4,+	2351	2345	2320	2337	2348	2357	2353	4,2343
Électricité de tension (éléments Daniell)		13,4	3,7	2,5	8,4	−2,5	9,7	8,1	5,4
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°		756,44	756,53	756,29	755,80	755,67	756,20	756,32	756,18
Pression de l'air sec		745,43	744,98	745,02	744,54	744,04	744,42	744,99	744,87
Tension de la vapeur en millimètres		11,01	11,55	11,27	11,26	11,63	11,78	11,33	11,31
État hygrométrique		80,9	62,9	51,3	51,5	59,0	73,3	80,6	68,0
		°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin (ancien abri)		15,85	20,60	23,76	24,00	22,11	18,63	16,39	19,53
Thermomètre électrique à 20 mètres		16,37	20,00	22,81	23,32	22,24	19,47	17,23	19,66
Degré actinométrique		41,99	61,02	71,52	64,67	31,14	»	»	54,07
Thermomètre du sol. Surface		19,56	27,32	30,59	29,22	21,70	17,17	14,80	21,66
» à $0^m,02$ de profondeur		18,60	19,02	20,64	22,06	22,13	21,38	20,46	20,46
» à $0^m,10$ »		19,50	19,22	19,70	20,71	21,41	21,47	21,00	20,40
» à $0^m,20$ »		19,77	19,48	19,36	19,70	20,18	20,56	20,58	19,97
» à $0^m,30$ »		19,55	19,41	19,23	19,27	19,50	19,82	19,99	19,57
» à $1^m,00$ »		15,66	15,68	15,72	15,76	15,78	15,82	15,83	15,75
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre enregistreur		2,63	0,66	0,56	3,35	18,59	0,79	0,09	t. 26,67
Pluie moyenne par heure		0,015	0,007	0,006	0,037	0,207	0,009	0,001	»
Évaporation moyenne par heure		0,047	0,123	0,261	0,323	0,286	0,158	0,092	t. 120,66
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure (1)		5,26	8,48	11,63	13,27	11,63	8,02	6,42	8,75
Pression moy. en kilog. par mètre carré (1)		0,26	0,65	1,27	1,66	1,27	0,61	0,39	0,72

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.	Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.
	° ′	mm	°	°	mm		° ′	mm	°	°	mm
1h matin...	17. 6,9	756,24	16,70	15,94	»	1h soir......	17.16,9	756,14	23,16	24,35	0,78
2 » ...	6,7	56,20	16,24	15,42	»	2 » ...	16,8	55,98	23,32	24,45	0,61
3 » ...	6,4	56,18	15,86	14,97	0,00	3 » ...	15,8	55,80	23,32	23,76	1,96
4 » ...	5,7	56,24	15,66	14,67	2,32	4 » ...	14,3	55,66	23,18	23,40	12,17
5 » ...	4,8	56,34	15,80	15,46	0,16	5 » ...	12,9	55,60	22,82	22,98	5,36
6 » ...	4,0	56,44	16,37	16,73	0,15	6 » ...	11,8	55,66	22,23	22,24	1,06
7 » ...	3,9	56,52	17,36	18,63	0,04	7 » ...	11,0	55,82	21,42	21,04	0,45
8 » ..	4,9	56,54	18,64	20,07	0,61	8 » ...	10,3	56,00	20,44	19,78	0,14
9 » ..	7,1	56,54	20,00	21,32	0,01	9 » ...	9,4	56,20	19,46	18,82	0,20
10 » ...	10,2	56,48	21,22	22,58	0,01	10 » ...	8,5	56,34	18,58	17,95	0,00
11 » ...	12,9	56,40	22,18	23,36	0,38	11 » ...	7,7	56,38	17,84	17,29	0,00
Midi........	15,8	56,29	22,81	24,25	0,17	Minuit......	7,2	56,33	17,23	16,67	0,09

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima......... 13°,4 Des maxima........ 26°,1 Moyenne......... 19°,8

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima........ 12°,2 Des maxima....... 34°,7 Moyenne........... 23°,5

Températures moyennes diurnes par pentades.

1877. Mai 31 à Juin 4.	17°,6	Juin 10 à 14......	23°,6	Juin 20 à 24.....	18°,0
Juin 5 à 9.......	17,6	» 15 à 19......	21,2	» 25 à 29.....	17,8

(1) Nombres déduits des observations directes au niveau du sol, en multipliant les résultats par 1,65 pour les rendre comparables aux données des mois précédents.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUILLET 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Charbon et septicémie.* Note de MM. PASTEUR et JOUBERT.

« Les expériences dont j'ai rendu compte à l'Académie en mon nom et au nom de M. Joubert, le 30 avril dernier, ont démontré sans réplique qu'il existe un organisme microscopique, cause unique de la terrible maladie qu'on désigne sous le nom de *charbon :* c'est la bactéridie, aperçue pour la première fois par le Dr Davaine en 1850.

» Le travail le plus récent sur l'étiologie de la maladie charbonneuse est dû à M. Paul Bert. Ses expériences l'avaient conduit à mettre en doute le rôle que le Dr Davaine et beaucoup d'autres, sans cesse combattus, il est vrai, par de non moins habiles observateurs, avaient attribué à l'organisme dont je parle.

» Toutes ces contestations avaient leur raison d'être, parce que personne, suivant nous, n'avait apporté de preuves décisives dans le débat.

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

Le Dr Davaine, qui avait le plus approché du but, avait donné lui-même des armes à la contradiction par ses études si remarquables sur la septicémie. On sait en effet que, prenant pour point de départ certains faits découverts par MM. Coze et Feltz, et qui font le plus grand honneur à ces physiologistes, faits relatifs à l'augmentation de la virulence de la putréfaction, en passant, si l'on peut ainsi dire, dans l'économie d'un animal vivant, Davaine nous a appris que des fractions de goutte infinitésimales d'un sang virulent peuvent donner la mort. Pour éloigner toute hypothèse de l'existence simultanée d'une matière virulente associée à la bactéridie dans le sang charbonneux, il fallait donc, par des cultures cent fois répétées de la bactéridie, purifier celle-ci à tel point qu'il devînt impossible de supposer qu'elle eût conservé quoi que ce soit de la goutte de sang microscopique qui avait servi de point de départ aux cultures, et, appliquant en dernier lieu une filtration parfaite à la bactéridie née dans un liquide d'une limpidité irréprochable, il fallait montrer que le liquide filtré, débarrassé de la bactéridie, était absolument inoffensif. C'est cet ensemble de preuves que notre Note du 30 avril a fait connaître.

» Je dois ajouter, à l'honneur de M. Paul Bert, qu'il s'empressa de venir prendre connaissance de nos expériences, et qu'après les avoir reproduites il en a reconnu l'exactitude devant la Société de Biologie qui avait reçu ses premières Communications. Voici comment il s'exprime :

« M. Pasteur ayant bien voulu me donner quelques gouttes de cette urine où il cultive des bactéridies, j'inoculai un cochon d'Inde, qui mourut trente heures après, son sang fourmillant de bactéridies. Or ce sang, dont la virulence était extrême, comme le prouvèrent d'autres inoculations, perdit complétement toute vertu, soit après un séjour d'une semaine dans l'oxygène comprimé, soit après l'action de l'alcool concentré.

» C'étaient donc bien, dans ce sang, les bactéridies qui occasionnaient la mort. » (*Société de Biologie*, séance du 23 juin.)

» Tout à l'heure je dirai comment la sagacité de l'éminent physiologiste, à qui l'Institut décernait naguère le grand prix biennal, fut mise en défaut par la confusion des connaissances vétérinaires actuelles sur les maladies charbonneuses.

» En résumé, le charbon doit être appelé aujourd'hui la *maladie de la bactéridie*, comme la trichinose est *la maladie de la trichine*, comme la gale est la *maladie de l'Acarus* qui lui est propre, avec cette circonstance toutefois que dans le charbon le parasite, pour être aperçu, exige l'emploi du microscope et de forts grossissements. C'est la première maladie parasitaire connue de cette sorte, et à ce titre elle a une importance exceptionnelle.

C'est cette maladie où, entre autres symptômes, la rate augmente de volume, devient noire et diffluente sous la moindre pression, où les globules du sang se montrent en amas agglutinatifs, et qui, à peine les premiers symptômes extérieurs du mal commencés, amène le plus souvent une terminaison fatale dans l'intervalle de quelques heures; enfin dans laquelle, au moment de la mort, le sang, dans toutes les parties du corps, est rempli de petits filaments d'une grande ténuité et immobiles.

» Les propriétés physiologiques de la bactéridie charbonneuse sont fort dignes d'attention. Dans ma lecture du 30 avril, j'ai rappelé que j'avais décrit autrefois un mode de génération des vibrions qui avait passé inaperçu et dont l'importance physiologique grandit chaque jour. Il consiste essentiellement dans une formation de corpuscules qu'on peut appeler *kystes*, *spores* ou *conidies*, suivant le point de vue où l'on se place pour la classification du genre vibrionien. Je me servirai volontiers de l'expression de *corpuscules brillants*, qui rappelle un caractère fréquent dans ces sortes de germes et qui frappe l'attention de l'observateur, ou celle de *corpuscules-germes*, qui rappelle leur fonction physiologique.

» Depuis que j'ai signalé ce mode de reproduction des différentes espèces de vibrions, on l'a retrouvé dans toute la série des espèces de ces êtres microscopiques, et le Dr Koch l'a mis en évidence, le premier, pour la bactéridie charbonneuse. Les vibrions, les bactéries, les bactéridies peuvent donc revêtir deux aspects essentiellement distincts : ils sont en fils translucides déliés, de longueurs variables, se multipliant rapidement par scissiparité, ou bien on les trouve en amas de petits corpuscules brillants formés spontanément dans la longueur des articles filiformes, qui se séparent ensuite et constituent alors des amas de points paraissant inertes, d'où peuvent sortir en réalité d'innombrables légions d'individus filiformes, se reproduisant de nouveau par scissiparité, jusqu'à ce qu'ils se résorbent à leur tour en corpuscules-germes.

» La résistance des êtres dont nous parlons aux causes diverses de leur destruction est essentiellement différente suivant qu'on les considère dans leur forme de filaments ou dans celle de corpuscules. La dessiccation et une élévation de température, même faible, bien inférieure à 100 degrés, font périr les filaments. Les corpuscules-germes, au contraire, résistent souvent à la température de 100 degrés. Nous avons même reconnu que les germes des bactéries des eaux communes supportent à l'état sec des températures de 120 et 130 degrés C.; aussi est-ce sous la forme de ces corpuscules que les diverses espèces de bactéries et de vibrions se trouvent dissé-

minées dans les poussières à la surface de tous les objets de la nature, toujours prêtes pour la reproduction. C'est encore sous cette forme qu'on les rencontre dans les eaux communes, d'où on peut les extraire par un procédé fort simple, qui consiste à abandonner une eau commune quelconque à une température constante pendant quelques jours. En raison de leur poids spécifique plus grand que celui de l'eau, les corpuscules dont il s'agit se rassemblent au fond des vases et d'une façon si sûre que si l'on vient à semer simultanément dans un milieu approprié l'eau des couches supérieures et celle des couches profondes, le liquide nutritif reste absolument stérile dans le premier cas, tandis que dans le second les bactéries y pullulent. Pour ces expériences, nous avons eu recours à la température tout à fait invariable des caves de l'Observatoire, que notre illustre confrère M. Le Verrier a mises obligeamment à notre disposition.

» Ce mode de séparation des germes de la famille des vibrioniens s'applique avec une grande précision à la bactéridie charbonneuse.

» Il était très-intéressant de comparer la résistance à la mort de cet organisme dans son double mode d'existence, sous sa forme de filaments pleins, déliés, de longueurs variables, et à l'état de corpuscules brillants.

» Dans l'animal charbonneux, au moment de la mort, la bactéridie est exclusivement formée de filaments articulés sans le moindre corpuscule-germe. Au contraire, une culture dans l'urine donne après un repos de quelques jours une grande abondance de corpuscules brillants associés ou non à des bactéridies filiformes. Si l'on précipite par l'alcool le sang charbonneux et qu'on fasse dessécher rapidement le précipité qui enferme dans ses mailles toutes les bactéridies, celles-ci, sans exception, deviennent absolument inertes. La même opération appliquée aux corpuscules-germes de la bactéridie conserve à ces derniers leur forme, leur aspect et leur puissance d'inoculation ultérieure ou leur faculté de développement dans l'urine neutre. On démontre ainsi qu'ils n'ont rien perdu de leur vitalité propre et de leur terrible action sur l'économie.

» M. Paul Bert, dans ses beaux travaux sur l'emploi de l'oxygène à haute tension comme procédé d'investigation physiologique, a reconnu que l'oxygène comprimé détermine rapidement la mort chez tous les êtres vivants. Appliquons cette méthode à la bactéridie charbonneuse d'une part et de l'autre à ses corpuscules-germes : l'expérience démontre que la bactéridie périt facilement au contact de l'oxygène comprimé à 10 ou 12 atmosphères, mais nous avons pu maintenir les corpuscules-germes pendant vingt et un jours à 10 atmosphères d'oxygène pur, sans leur faire perdre

leur faculté de reproduction. La compression appliquée à du sang charbonneux peut donc donner lieu à deux résultats en apparence tout à fait contradictoires. Si le sang ne renferme que des bactéridies pleines, il perd toute virulence; s'il contient des bactéridies à points brillants, il est aussi dangereux après qu'avant la compression.

» Poursuivons l'étude des propriétés physiologiques de la bactéridie. La bactéridie absorbe pendant sa vie l'oxygène de l'air et jusqu'aux dernières portions, en dégageant un volume de gaz carbonique sensiblement supérieur. J'ai démontré antérieurement qu'il existait des êtres pouvant vivre, se multiplier et reconstituer leurs germes absolument hors du contact de l'air, c'est-à-dire sans gaz oxygène libre. Ces êtres, qui sont les ferments par excellence, empruntent l'oxygène des matériaux dont leur corps est formé à des substances oxygénées toutes faites. La bactéridie charbonneuse n'est point un être de cette nature. Pour vivre et pour se reproduire, elle a besoin d'oxygène à l'état libre; c'est donc un être aérobie qui n'agit pas à la manière des ferments proprement dits. Tout liquide renfermant les éléments essentiels de la nutrition des moisissures, des bactéries, des vibrions, etc., est propre à son développement, s'il est aéré. Lorsque l'oxygène a disparu, tout développement de l'organisme s'arrête. Bien plus, ses filaments finissent par se résorber en très-fines granulations amorphes tout à fait inoffensives. Il résulte de ces diverses circonstances que, si la bactéridie réussit à pénétrer dans le sang et à s'y multiplier, très-promptement elle provoque l'asphyxie en enlevant aux globules l'oxygène nécessaire à l'hématose. De là cette couleur noire du sang et des viscères au moment de la mort, qui est un des caractères de la maladie charbonneuse.

» Mais d'où provient cet autre caractère de l'état agglutinatif des globules du sang signalé par tous les observateurs? C'est encore la bactéridie qui la détermine. Dans ma Communication du 30 avril, j'ai dit que nous avions trouvé un mode de filtration (il consiste dans l'emploi du plâtre et de l'aspiration par le vide) et qui est si sûr que du sang charbonneux rempli de bactéridies n'en contient plus une seule après qu'il a été filtré, ni germes quelconques, ce dont on a la preuve par cette double circonstance que le sang devient imprutrescible au contact de l'air pur et que, ensemencé dans un liquide propre à la nutrition des bactéridies, celles-ci n'apparaissent en aucune façon. Aussi ce sang filtré peut être injecté impunément dans le corps, sans produire le charbon ni le moindre désordre local. Mais ce sang charbonneux filtré, mis en contact avec du sang frais et sain, rend aussitôt les globules agglutinatifs, autant et plus qu'ils le sont

dans la maladie charbonneuse, peut-être par la présence d'une *diastase* que les bactéridies ont formée.

» Malgré la rapidité avec laquelle on voit la bactéridie pulluler dans la maladie charbonneuse, on aurait tort de croire que le sang normal est très-propre à la nutrition de ce parasite. Je m'explique sur cette apparente contradiction : chez les êtres inférieurs, plus encore que dans les grandes espèces animales et végétales, la vie empêche la vie. Un liquide envahi par un ferment organisé ou par un être aérobie permet difficilement la multiplication d'un autre organisme inférieur, alors même que ce liquide, considéré dans son état de pureté, est propre à la nutrition de ce dernier. Or il faut considérer que le sang vivant, c'est-à-dire en pleine circulation, est rempli d'une multitude infinie de globules qui ont besoin, pour vivre et pour accomplir leur fonction physiologique, de gaz oxygène libre; on peut dire que les globules du sang sont des êtres aérobies par excellence. Lors donc que la bactéridie charbonneuse pénètre dans un sang normal, elle y rencontre un nombre immense d'individualités organiques prêtes à ce qu'on appelle quelquefois, dans un langage imagé, la lutte pour la vie, prêtes en d'autres termes à s'emparer pour elles-mêmes de l'oxygène nécessaire à l'existence des bactéridies. C'est, à notre avis, la seule explication rationnelle des faits suivants : les oiseaux, on le sait, ne contractent pas le charbon. Vient-on à prendre du sang de poule sur l'animal vivant, ce sang hors du corps, et mieux encore son sérum, se montrent très-propres à la culture de la bactéridie. Dans l'intervalle de vingt-quatre heures elle s'y multiplie considérablement; mais si la semence de bactéridies est portée dans la jugulaire même de la poule vivante, non-seulement elle ne s'y multiplie pas, mais le microscope est promptement impuissant à en signaler la présence.

» Ce que je dis ici des globules du sang des oiseaux en circulation est vrai également dans une certaine mesure des globules du sang des animaux qui peuvent contracter le charbon. La bactéridie injectée dans la jugulaire d'un cochon d'Inde en pleine santé ne s'y développe que très-difficilement, et la mort n'arrive pas plus vite que par une inoculation sous-cutanée, tandis que, déposée dans le sang de cet animal, hors du corps, la bactéridie remplit le liquide en quelques heures.

» Ces faits et ces vues préconçues nous ont conduits aux très-curieuses expériences suivantes :

» L'urine, ai-je dit, neutre ou légèrement alcaline, est un excellent terrain de culture pour la bactéridie; que l'urine soit pure et la bactéridie pure, et dans l'intervalle de quelques heures, celle-ci est tellement multipliée

que les longs filaments qui la composent remplissent le liquide d'un feutrage d'aspect cotonneux ; mais si, au moment de déposer dans l'urine les bactéridies à titre de semence, on sème en outre un organisme aérobie, par exemple une des bactéries communes, la bactéridie charbonneuse ne se développe pas ou très-peu, et elle périt entièrement après un temps plus ou moins long. Chose bien remarquable, ce même phénomène se passe dans le corps des animaux qui sont le plus aptes à contracter le charbon et l'on arrive à ce résultat surprenant qu'on peut introduire à profusion dans un animal la bactéridie charbonneuse sans que celui-ci contracte le charbon : il suffit qu'au liquide qui tient en suspension la bactéridie on ait associé en même temps des bactéries communes. Tous ces faits autorisent peut-être les plus grandes espérances au point de vue thérapeutique. Présentement ils suggèrent une explication physiologique du fait si remarquable que parmi les espèces animales il en est qui ne contractent jamais la maladie charbonneuse.

» La lutte pour la vie entre l'organisme charbonneux et ses congénères, si manifeste dans les expériences que j'ai citées tout à l'heure, va jeter de nouvelles lumières sur le sujet qui nous occupe.

» A peine le Dr Davaine avait-il annoncé à l'Académie, en 1863, que la bactéridie était constamment présente dans le sang charbonneux que ses conclusions furent contredites par deux habiles professeurs du Val-de-Grâce, MM. Jaillard et Leplat. Ces messieurs avaient fait venir en plein été de l'établissement d'équarrissage de Sours, près de Chartres, du sang charbonneux et l'avaient inoculé à des lapins. Ceux-ci avaient péri rapidement, mais sans montrer des bactéridies. Néanmoins leur sang était devenu virulent, c'est-à-dire inoculable sans présenter de bactéridies. MM. Jaillard et Leplat affirmèrent donc :

» Que l'affection charbonneuse n'est pas une maladie parasitaire ;

» Que la bactéridie est un épiphénomène de la maladie, et ne peut en être considérée comme la cause ;

» Que le *sang de rate* (nom du charbon quand il s'agit du mouton) est d'autant plus inoculable qu'il contient moins de bactéridies.

» M. Davaine reprit les expériences de MM. Jaillard et Leplat et en confirma l'exactitude matérielle ; mais il leur donna une nouvelle interprétation en contestant formellement que la maladie virulente décrite par MM. Jaillard et Leplat fût le charbon. Pour lui les principaux symptômes étaient différents dans les deux maladies, et comme c'était d'une vache que M. Rabourdin, directeur de l'établissement d'équarrissage de Sours, avait

tiré le sang charbonneux envoyé par lui à MM. Jaillard et Leplat, M. Davaine appela du nom de *maladie de la vache* l'affection découverte par ces derniers, affection plus terrible même que le charbon, car les trois observateurs s'accordaient à reconnaître que l'inoculation du virus nouveau pouvait déterminer la mort plus promptement que le charbon, dont les effets sont pourtant si rapides.

» La discussion laissa le doute dans les esprits : les uns crurent, avec MM. Jaillard et Leplat, que la présence des bactéridies n'était pas constante dans l'affection charbonneuse, que la différence des symptômes signalée par le Dr Davaine tenait précisément à une simple complication amenée par la bactéridie considérée comme épiphénomène ; les autres, qu'il existait réellement, comme le pensait M. Davaine, deux maladies distinctes, quoique voisines l'une de l'autre, le *charbon*, caractérisé par la présence des bactéridies, et la *maladie de la vache*, maladie virulente sans organismes microscopiques. Aussi les expressions de *charbon avec bactéridies* et de *charbon sans bactéridies* ont-elles été depuis lors fréquemment employées.

» Enfin, et comme pour ajouter à l'incertitude déjà si grande de ces études, un habile vétérinaire de Paris, M. Signol, écrivit à l'Académie, à la date du 6 décembre 1875, qu'il suffisait de tuer et mieux d'asphyxier un animal sain pour que dans l'intervalle de seize heures au moins, pas avant, le sang de cet animal, dans les veines profondes et non dans les veines superficielles, devînt virulent avec présence des bactéridies immobiles et identiques, ajoute l'auteur, mais c'est là une erreur, aux bactéridies charbonneuses, quoique incapables de pulluler dans les animaux inoculés. M. Signol assure même que l'on retrouve dans le sang des animaux asphyxiés les caractères qui ont été décrits comme particuliers au sang charbonneux.

» Nous pensons avoir dissipé toutes ces obscurités.

» Résumons d'abord les principales connaissances que nous avons acquises dans le cours de cet exposé, y compris notre Note du 30 avril :

» I. Le sang d'un animal en pleine santé ne renferme jamais d'organismes microscopiques ni leurs germes. Il est imputrescible au contact de l'air pur, parce que la putréfaction est toujours due à des organismes microscopiques du genre vibrionien, et que, la génération spontanée étant hors de cause, les vibrioniens ne peuvent apparaître d'eux-mêmes.

» II. Le sang d'un animal charbonneux ne renferme pas d'autres organismes que la bactéridie. Mais la bactéridie est un organisme exclusivement aérobie. A ce titre il ne prend point de part à la putréfaction ; donc le sang

charbonneux est imputrescible par lui-même. Dans le cadavre les choses se passent tout autrement. Le sang charbonneux entre promptement en putréfaction, parce que tout cadavre donne asile à des vibrions venant de l'extérieur, c'est-à-dire, dans l'espèce, du canal intestinal toujours rempli de vibrioniens de toute sorte. Ceux-ci, dès que la vie normale des tissus ne les gêne plus, amènent une prompte désorganisation.

» III. La bactéridie disparaît au sein des liquides en présence du gaz carbonique. Pour le sang charbonneux *pur*, c'est-à-dire ne contenant que la bactéridie sans corpuscules-germes, cette disparition est absolue avec le temps. Du sang charbonneux exposé au contact de l'acide carbonique peut perdre toute vertu charbonneuse par le simple repos. C'est une erreur de croire que la putréfaction, en tant que putréfaction, détruit la virulence charbonneuse.

» IV. Le développement de la bactéridie ne peut avoir lieu que d'une manière très-pénible quand elle est en présence d'autres organismes microscopiques.

» Tout cela étant rappelé, transportons-nous dans un pays où le charbon est endémique; tel est le département d'Eure-et-Loir. Un animal tombe frappé du charbon. Si nous prélevons sans retard ou peu de temps après la mort une goutte de son sang, nous n'y trouverons que des bactéridies charbonneuses sans trace de vibrions de putréfaction. Suivons le cadavre. Il est abandonné sur un fumier, sous un hangar ou dans une écurie jusqu'à ce que la voiture de l'équarrisseur passe. Elle passe tous les deux jours : on ne s'occupe donc pas du cadavre pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures. Dès lors le sang, qui au moment de la mort n'était nullement putride, qui ne l'est pas encore dans les premières heures, parce qu'il ne contient que la bactéridie charbonneuse et qu'il faut du temps pour que les vibrions de la putréfaction se répandent depuis les intestins, à distance, à travers les tissus ou les capillaires, ce sang, dis-je, devient peu à peu putride et cela en allant du centre vers la circonférence. A ce moment les bactéridies se trouvent associées à des vibrioniens de diverses sortes.

» Dans tout ce résumé, rien n'est donné à l'imagination.

» On comprend donc que, lorsqu'un expérimentateur écrit à Chartres pour se procurer du sang charbonneux, le plus ordinairement à son insu et à l'insu de ses correspondants, il est exposé à recevoir un sang tout à la fois charbonneux et putride, où la bactéridie est associée à d'autres orga-

nismes, notamment aux vibrions de la putréfaction. Notre expérimentateur examine le sang au microscope à l'arrivée. Il le trouve naturellement rempli d'organismes filiformes, mais où l'élément vibrion l'emporte souvent sur l'élément bactéridie, car la bactéridie, être purement aérobie, ne s'est pas développée du tout depuis la mort (bien plus elle a commencé sa résorption en granulations amorphes), tandis que les vibrions de putréfaction, êtres anaérobies, comme je l'ai établi depuis longtemps, ont pullulé.

» Le sang est inoculé. Alors intervient l'influence des faits de notre proposition IV, c'est-à-dire le non-développement de la bactéridie charbonneuse quand elle est associée à d'autres organismes, aérobies ou anaérobies, peu importe, puisque les uns et les autres peuvent soustraire l'oxygène. Notre observateur est alors tout surpris de voir l'animal qu'il a inoculé périr sans la moindre apparence de bactéridies dans son sang, et comme il a semé beaucoup de celles-ci, il conclut naturellement que la bactéridie n'est pas la cause du charbon, qu'elle peut l'accompagner, mais que la virulence charbonneuse reconnaît une autre cause, que la bactéridie n'est de la maladie qu'un épiphénomène.

» Mais pourquoi la mort suit-elle l'inoculation du sang charbonneux et vibrionien, puisque la bactéridie ne peut se développer et que le charbon ne saurait prendre naissance? C'est que le sang inoculé était putride, septicémique, pour employer une expression consacrée.

» Telle est l'histoire véridique des faits observés par MM. Jaillard et Leplat, et plus récemment par M. Paul Bert. Tous ont été induits en erreur par cette circonstance, que les vétérinaires auxquels ils se sont adressés leur ont envoyé des sangs charbonneux putrides. Et d'autre part, il n'y a pas, comme le pensait le Dr Davaine, de maladie virulente de la vache. Le travail de MM. Jaillard et Leplat doit être rangé à côté de ceux de Gaspard et Magendie, de ceux de MM. Coze et Feltz et des observations plus récentes et plus parfaites du Dr Davaine sur la virulence possible des matières putrides.

» Toutefois, il nous reste de nouvelles difficultés à écarter. M. Paul Bert a été beaucoup plus avant que MM. Jaillard et Leplat, dans l'étude du sang charbonneux complexe qui lui avait été adressé de l'École d'Alfort. Non content de l'inoculer et d'y constater une source de virulence sans bactéridies, ainsi qu'il était advenu pour MM. Jaillard et Leplat, M. Paul Bert l'a soumis à la compression dans l'oxygène et le sang garda sa virulence, car plusieurs inoculations successives furent toutes suivies de mort. Or les virus sont caractérisés, dans l'état actuel de la science, par l'absence d'organismes figurés microscopiques. La conservation de la viru-

lence, à la suite de la compression, devait conduire M. Paul Bert à admettre la virulence propre sans organismes.

» Toutefois, rappelons qu'il y a un instant nous avons été conduits à restreindre la remarquable loi physiologique découverte par M. Paul Bert. Vraie pour les vibrioniens filiformes, elle a cessé de l'être, au moins entre certaines limites, et pour l'un d'eux, la bactéridie, après qu'elle fut transformée en corpuscules-germes. Nous avons vu la bactéridie charbonneuse périr intégralement quand elle n'est que bactéridie filiforme, capable, au contraire, de se reproduire facilement à la suite d'une compression énergique de 10 atmosphères, prolongée pendant vingt et un jours, quand elle contient des corpuscules brillants. Ne se pourrait-il pas, dès lors, que ce qu'on considère comme le virus septicémique fût également un être organisé microscopique, capable de se transformer en corpuscules brillants que ne détruirait pas l'oxygène à haute tension? Comment s'arrêter cependant à une telle hypothèse, puisque le sang septicémique, cent fois examiné, n'a pas montré d'organismes microscopiques : je parle ici du véritable virus septique, de celui de Davaine, de celui qui tue à des doses infinitésimales, et non de celui des liquides putrides proprement dits, souvent peu dangereux, quoique très-chargés de vibrioniens.

» Plaçons-nous dans les conditions de MM. Jaillard et Leplat, mais avec pleine connaissance de cause. Je me suis rendu le 13 juin à l'établissement d'équarrissage de Sours, en compagnie de M. Boutet, vétérinaire à Chartres. Le chef de l'établissement, M. Rabourdin, était prévenu et avait conservé les animaux amenés le matin. A notre arrivée ils étaient dépecés et au nombre de trois : un mouton mort depuis seize heures, un cheval mort depuis vingt à vingt-quatre heures environ, une vache morte depuis plus de quarante-huit heures, trois jours même, car elle avait été amenée d'une commune très-éloignée.

» Je constatai sur place que le sang du mouton, dont la mort était récente, ne contenait que des bactéridies charbonneuses, que le sang du cheval contenait ces mêmes bactéridies et en outre des vibrions de putréfaction, qu'enfin la vache contenait surtout de ces derniers vibrions outre les bactéridies charbonneuses. Par l'inoculation on obtint, avec le sang du mouton, le charbon avec bactéridies pures ; avec le sang du cheval et de la vache, la mort sans bactéridies. C'était donc le fait Jaillard et Leplat, et le fait Paul Bert.

» Au moment de la mort par l'inoculation de ces deux derniers sangs à des cochons d'Inde, désordres épouvantables : tous les muscles de l'ab-

domen et des quatre pattes sont le siége de la plus vive inflammation. Çà et là, particulièrement aux aisselles, des poches de gaz; foie et poumons décolorés, rate de volume normal, mais souvent diffluente; sang du cœur non en amas agglutinatifs, quoique ce caractère soit des plus prononcés dans les globules sanguins du foie; le charbon ne l'offre jamais à un plus haut degré. Mais laissons ces détails sur les symptômes. Ce qui nous intéresse particulièrement, c'est la présence possible des organismes. Recherchons-les, dès l'instant de la mort, avant la mort même, dans les dernières heures de la vie. Chose curieuse, les muscles si enflammés par tout le corps sont imprégnés de vibrions, mobiles, anaérobies et ferments, ce qui explique l'existence des poches gazeuses et de la tuméfaction rapide. Le contact de l'oxygène paralyse tous les mouvements de ces vibrions sans toutefois faire mourir l'organisme; nous allons revenir sur ce fait. Mais le siége par excellence de notre vibrion se trouve dans la sérosité de l'abdomen, autour de l'intestin. Cette sérosité en est remplie, de telle sorte que les visceres qui plongent dans cette cavité en sont recouverts. La moindre gouttelette d'eau qu'on promène à la surface du foie et de la rate en ramène à profusion et d'une grande longueur pour la plupart.

» Pourquoi n'a-t-on pas signalé jusqu'ici une circonstance si générale dans le genre de mort qui nous occupe? Sans nul doute parce que l'étude du sang a toujours absorbé l'attention. Or non-seulement c'est dans le sang que les vibrions dont il s'agit passent en dernier lieu, mais dans ce liquide l'un d'eux prend un aspect tout particulier, une longueur démesurée, plus longue souvent que le diamètre total du champ du microscope et une translucidité telle qu'il échappe facilement à l'observation; cependant, quand on a réussi à l'apercevoir une première fois, on le retrouve aisément, rampant, flexueux, et écartant les globules du sang comme un serpent écarte l'herbe dans les buissons. L'expérience suivante, facile à reproduire, démontre bien que ce vibrion passe dans le sang en dernier lieu, dans les dernière heures de la vie ou après la mort. Un animal va mourir de la putridité septique qui nous occupe, car cette maladie devrait être définie la *putréfaction sur le vivant*, si on le sacrifie avant sa mort et qu'on inocule d'une part la sérosité qui suinte des parties enflammées ou la sérosité intérieure de l'abdomen, ces liquides manifestent une virulence extraordinaire; qu'en même temps, au contraire, on inocule le sang du cœur recueilli avec le plus grand soin, afin de ne point le souiller par le contact de la surface extérieure du cœur ou des viscères, ce sang du cœur ne sera nullement virulent, quoiqu'il soit extrait d'un animal déjà putride et virulent dans plusieurs parties étendues

de son corps. Le microscope ne signalera pas davantage dans ce sang la présence des vibrions septiques, quoique ces derniers pullulent et fourmillent dans le corps. Ajoutons que les sérosités dont nous venons de parler, si virulentes qu'elles amènent la mort par l'inoculation d'une très-petite fraction d'une seule goutte, perdent toute vertu si l'on commence par les filtrer par le moyen que j'ai mentionné ci-dessus à l'occasion du sang charbonneux et quoiqu'on en inocule alors 10, 20 gouttes et davantage.

» J'ai dit que notre vibrion septique avait, à l'abri de l'air, des mouvements assez rapides, que le contact de l'air ou de l'oxygène supprime entièrement; pour autant le vibrion n'est pas tué, car au contact de l'oxygène il se transforme en corpuscules-germes, et du jour au lendemain un liquide rempli de filaments organisés mobiles n'est plus qu'un amas de points brillants d'une grande ténuité. Vient-on à introduire ces points dans le corps d'un cochon d'Inde ou dans un liquide approprié, ils se reproduisent en vibrions filiformes mobiles, et l'animal meurt avec tous les symptômes que je rappelais tout à l'heure.

» Nous sommes maintenant en mesure de donner à l'expérience de M. Paul Bert une explication rationnelle.

» Plaçons, en effet, le vibrion dans l'oxygène à haute tension; l'observation démontre qu'il s'y transforme en corpuscules brillants. Quelques heures suffisent à produire cet effet. La conservation de la virulence du sang après qu'il a subi l'action de l'oxygène à haute tension n'a donc rien que de naturel.

» Placés dans l'alcool absolu, ces mêmes corpuscules gardent leur faculté de reproduction à la manière des corpuscules de la bactéridie charbonneuse. Il nous reste cependant à conduire notre démonstration aussi loin que nous l'avons fait pour les corpuscules de la bactéridie, c'est-à-dire à faire agir l'alcool sur les corpuscules brillants des vibrions septiques après qu'ils auront été purifiés de tout élément étranger par des cultures sans cesse répétées dans des milieux artificiels.

» Une grave question reste à élucider. D'où provient le vibrion septique? Quoique ce sujet réclame encore de nouvelles études de notre part, je n'hésite pas à penser que le vibrion septique n'est autre que l'un des vibrions de la putréfaction, et que son germe doit exister un peu partout et par conséquent dans les matières du canal intestinal.

» Lorsqu'un cadavre est abandonné à lui-même et qu'il renferme encore ses intestins, ceux-ci deviennent promptement le siége d'une putréfaction. C'est alors que le vibrion septique doit se répandre dans la sérosité, dans

les humeurs, dans le sang des parties profondes. Cette opinion trouve sa justification dans les faits mentionnés ci-dessus, que M. Signol paraît avoir observés le premier, quoique d'une manière confuse.

» M. Signol asphyxie un animal en pleine santé et il abandonne son cadavre quinze à vingt heures, et au bout de ce temps le sang devient septique, septique d'abord dans les veines profondes. Conjointement avec MM. Bouillaud et Bouley, j'avais été nommé membre d'une Commission chargée de juger le travail de M. Signol. A la fin du mois de juin 1876, M. Bouley et moi nous avons assisté aux expériences de M. Signol et nous avons vérifié le fait de la virulence du sang des veines profondes d'un cheval asphyxié la veille en pleine santé. Le vibrion septique existe donc parmi les vibrions de la putréfaction après la mort. J'ajoute, et mon savant confrère M. Bouley n'en a pas perdu le souvenir : c'est alors que j'ai vu pour la première fois le long vibrion écartant les globules du sang dans sa marche onduleuse et rampante. Outre M. Bouley, MM. Signol, Joubert et Chamberland assistaient à cette constatation. A cette époque toutefois la signification de ce fait nous échappait complétement.

» Est-ce bien la première fois que j'apercevais ce vibrion ? Ne serait-il pas de même nature que le vibrion-ferment du tartrate de chaux figuré dans mes *Études sur la bière* (à la page 280)? C'est ce que nous rechercherons par des expériences directes.

» Et maintenant, si nous jetons un regard en arrière, nous voyons pourquoi la septicémie a pu souvent être confondue avec la maladie charbonneuse; leurs causes sont du même ordre. C'est un vibrionien qui produit la septicémie, comme le charbon est produit par une bactéridie. La nature des parasites est différente, l'un est mobile, l'autre immobile, mais ils appartiennent au même groupe ou à des groupes voisins. Les analogies et les différences des deux maladies n'ont rien que de très-naturel.

» La septicémie ou putréfaction sur le vivant est-elle une maladie unique ? Non, autant de vibrions, autant de septicémies diverses, bénignes ou terribles; c'est ce que nous montrerons dans une Communication ultérieure, et c'est alors que nous aurons l'explication de ces inoculations de matières putrides qui bornent leurs effets à des phlegmons, à des abcès suppuratifs et autres complications, que tous les auteurs qui ont écrit sur la septicité du sang ont remarqués.

» Oserais-je ajouter, en terminant, que je serais bien surpris si les illustres praticiens qui font partie de cette Académie et qui m'écoutent ne songeaient pas en ce moment à l'étiologie des infections purulentes, suites

des traumatismes grands ou petits, et à toute cette catégorie de fièvres pernicieuses, dites *putrides*.

» Si je n'avais abusé déjà des moments de l'Académie par cette trop longue lecture, j'ajouterais quelques mots sur la spontanéité des maladies contagieuses, question qui divise les meilleurs esprits et qui était naguère l'objet d'une discussion étendue et approfondie devant l'Académie de Médecine.

» Supposons un instant, hypothèse d'ailleurs gratuite, que la fièvre typhoïde soit déterminée par un des nombreux vibrions de la putréfaction. La maladie sera contagieuse, puisqu'elle sera déterminée par un organisme microscopique. Sera-t-elle spontanée? Non, puisqu'elle procédera d'un être vivant, et que, dans l'état actuel de la Science, la génération spontanée est une chimère. Pourrait-elle néanmoins être le produit de causes banales? Oui, puisqu'elle serait déterminée par un des vibrions communs de la putréfaction. Quant à la rareté relative du mal dans cette supposition que le mal soit dû à un vibrion des putréfactions communes, je raconterai à l'Académie une très-curieuse circonstance de nos recherches. Je les avais entreprises avec l'idée de mener de front l'étude du charbon et de la septicémie. Je cherchai donc à produire celle-ci à l'aide du sang de bœuf abandonné à une putréfaction spontanée. Eh bien, pendant quatre mois, nous n'avons pas réussi à obtenir un sang vraiment septique, c'est-à-dire que dans aucun cas, la putréfaction étant abandonnée au hasard, sans ensemencement direct, le vibrion septique ne prit jamais naissance, au moins dans un état de pureté relative suffisant pour rendre le sang virulent. Or on lit dans tous les auteurs que la septicité du sang s'obtient facilement en abandonnant du sang à lui-même.

» C'est à des circonstances inverses de même ordre, c'est-à-dire à la purification de plus en plus grande, si l'on peut ainsi parler, du vibrion septique, qu'il faut rattacher le fait de la virulence plus grande du sang septique au fur et à mesure de son passage répété dans des animaux, comme cela résulte des beaux travaux des Drs Coze et Feltz, et surtout du Dr Davaine. »

COSMOLOGIE. — *Expériences, d'après lesquelles la forme fragmentaire des fers météoriques peut être attribuée à une rupture sous l'action de gaz fortement comprimés, tels que ceux qui proviennent de l'explosion de la dynamite*; par M. **Daubrée**.

« On sait qu'un bolide apporte souvent à la surface du sol un nombre considérable de météorites bien distinctes, chacune entièrement enveloppée

d'une croûte qui est un signe de son individualité. Quoique, même dans ce cas, le bolide apparaisse dans l'espace comme une masse unique, on a souvent admis que ce bolide se compose d'un *essaim* (*Schwarm*, *Schar*) de corpuscules ou aérolithes, qui préexisteraient avant leur entrée dans l'atmosphère, et où ils seraient entrés après avoir voyagé, en société, dans les espaces célestes. Telle est particulièrement l'opinion que Haidinger a exprimée, de la manière la plus formelle, pour les milliers de pierres qui sont tombées à Pultusk près de Varsovie, le 30 janvier 1868 (1).

» Les météores multiples qui ont été observés dans plusieurs circonstances, et notamment par M. Julius Schmidt, à Athènes, le 18 octobre 1863, ont contribué à faire croire à cette préexistence de corpuscules distincts. D'ailleurs il pouvait paraître difficile d'admettre que les milliers de fragments, comme on en a recueillis dans les chutes de l'Aigle, de Pultusk et de Knyahinya, se produisissent instantanément, lors des détonations qui précèdent la chute. Cependant, les mêmes savants qui ont admis l'existence d'essaims météoriques n'ont pu se refuser à admettre, en outre, que dans les détonations intenses, précurseurs de la chute, il se produit également des ruptures.

» Quoi qu'il en soit, la forme essentiellement fragmentaire et souvent polyédrique, c'est-à-dire celle de polyèdres à arêtes émoussées, est bien connue dans les météorites pierreuses. Cette forme fragmentaire se retrouve tout aussi fréquente et non moins bien caractérisée dans les masses de fers météoriques, tels qu'ils nous arrivent des espaces. On peut se convaincre de ce fait remarquable en examinant la plupart des masses qui ont conservé leurs formes originelles. Plusieurs météorites holosidères conservées dans la collection du Muséum en offrent un exemple : la masse de Charcas, dont la forme est celle d'un tronc de pyramide à arêtes émoussées (2), et la plaque polyédrique de San Francisco del Mesquital (Mexique), sont particulièrement remarquables par ce caractère : il en est de même de la masse de Caille (Var), dont les formes paraissent clairement annoncer une rupture violente ; il s'agit non-seulement de la face géométriquement plane, qui a été brisée suivant un plan de clivage de l'octaèdre, mais aussi de parties saillantes et arrondies qui expriment un arrachement.

» Quant à la cause des détonations qui se font dans les hautes régions de l'atmosphère avant la chute, elle a été généralement attribuée à la dilata-

---

(1) *Proceedings of the Royal Society*, p. 159 ; 1868.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 636.

tion qu'éprouve la partie extérieure de la masse devenue incandescente, tandis que son intérieur conserve encore la température très-basse des espaces célestes (1). De là, comme dans une larme batavique, une tension intérieure et une rupture qui séparerait l'écorce chaude du noyau froid.

» Les cavités ou alvéoles essentiellement caractéristiques que présente la surface des météorites de toutes sortes avaient été regardées aussi comme résultant d'une action du même genre; on avait supposé ces cavités dues à des éclats ou esquilles qui, par le même effet d'inégale dilatation, se seraient détachées de surfaces fraîchement brisées. Je crois avoir démontré par une série d'expériences que telle n'est pas l'origine des cavités dont il s'agit. On imite complétement et constamment ces excoriations et affouillements par l'action de gaz, très-fortement comprimés, agissant extérieurement sur des métaux, tels que le zinc, et sur le fer lui-même (2).

» Après être arrivé à ce résultat concluant, je me suis demandé si les gaz, soumis à une très-forte pression, qui ont laissé à la surface des météorites de toutes sortes, et particulièrement des fers, un stigmate si marqué de leur action, ne pourraient pas avoir également une part dans la rupture de ces mêmes masses métalliques en morceaux polyédriques. Depuis que l'on est témoin de l'énergie considérable de la dynamite, on doit reconnaître que les gaz très-comprimés, tels que les météorites entrant dans notre atmosphère avec une vitesse planétaire en refoulent nécessairement devant elles, peuvent non-seulement les échauffer par leur compression, mais aussi avoir une puissance brisante que l'on n'aurait pas osé naguère leur attribuer.

» D'ailleurs, en supposant que l'on s'en contente pour les météorites pierreuses, l'explication dont il vient d'être question, c'est-à-dire une rupture causée par une forte inégalité de dilatation, paraît tout à fait inadmissible pour les météorites formées de fer malléable, métal tout à la fois fort tenace et bon conducteur de la chaleur.

» A cette occasion, je tiens toutefois à rappeler que certains savants,

---

(1) N. Story Maskelyne, *On meteoric stones* (*Royal institution of Great-Britain*, 10 mai 1872, p. 2).

Elle a aussi été attribuée déjà par Benzenberg, en 1811, à des décharges électriques produites à la suite de ces frictions violentes.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 949, et t. LXXXIV, p. 413 et 526.

notamment M. Reinhold de Reichenbach [1] et M. Delaunay [2] avaient déjà remarqué que la forte pression de l'air qui réagit sur la partie antérieure du bolide tendait à écraser le corps qui subit cette pression.

» Pour étudier expérimentalement, au point de vue de ce phénomène naturel, les effets des gaz fortement comprimés et échauffés, j'ai cru ne pouvoir mieux faire que de me servir de ceux que développe la dynamite dans son explosion.

» *Résultats de rupture.* — Grâce au concours précieux que M. Sarrau, directeur du Dépôt central des poudres et salpêtres, a bien voulu m'accorder, et pour lequel je me fais un plaisir d'exprimer ma gratitude à ce savant distingué, j'ai pu contrôler par des expériences les idées auxquelles j'étais arrivé sur les phénomènes mécaniques qui accompagnent l'apparition et la détonation des météorites. Ces expériences, qui ont eu lieu à la poudrerie de Sevran, avaient pour but de briser des pièces d'acier, sous l'action de la dynamite, et de voir comment se comportent les gaz doués de pressions encore plus fortes que celles sur lesquelles avaient porté mes premiers essais, exécutés à l'aide de la poudre.

» Des prismes d'acier corroyé, de première qualité, ayant une section carrée de 85 millimètres de côté, ont été soumis, dans plusieurs conditions différentes, à des charges ou pétards de dynamite d'un poids total de 2 et de 5 kilogrammes. Le pétard était simplement appliqué sur l'une des faces, de telle sorte que la pression des gaz n'agît que d'un seul côté, comme dans le cas d'un bolide. Ne pouvant rendre compte dans ce résumé des détails de chaque expérience, je me bornerai à dire que les prismes se sont toujours brisés très-nettement et ont engendré des fragments plus ou moins nombreux de formes polyédriques. Les plans de rupture ont une tendance marquée à se produire perpendiculairement à la surface sur laquelle agissent les gaz et que l'on peut appeler *surface d'action*.

» Le tout était placé au fond d'un puits de 2 mètres de profondeur, à parois d'argile dans laquelle on retrouvait tous les fragments enfouis à diverses profondeurs. On pouvait donc reconstituer, après la rupture, le solide primitif et se rendre compte des effets produits.

» Pour expliquer des effets si énergiques, je rappellerai que les gaz produits par l'explosion de la dynamite, sous son propre volume, ont une

---

(1) *Poggendorff's Annalen*, t. CXIX, p. 275; 1863.

(2) *Notice sur la constitution de l'univers* (*Annuaire du Bureau des Longitudes*, p. 581; 1870).

pression qui n'est probablement pas inférieure à 12 fois la pression des gaz de la poudre brûlant également dans son propre volume, et que, par suite, la pression de ces gaz peut dépasser 30 000 atmosphères. L'explosion dure un instant, des plus courts, qui n'excède peut être pas $\frac{1}{50000}$ de seconde; par conséquent elle est incomparablement plus rapide que celle de la poudre. Quant à la température, on l'a évaluée au moins à 2000 degrés.

» Les expériences qui précèdent, tout en montrant avec quelle facilité des masses de fer peuvent être brisées par des gaz comprimés, nous apprennent aussi d'autres circonstances qui ne se rattachent pas moins intimement à l'histoire des météorites.

» *Étamage des surfaces.* — On remarque tout d'abord l'aspect argentin de la partie des surfaces des barres et des fragments qui ont été exposés directement aux gaz explosifs, aspect qui est dû à un étamage causé par l'application de l'étain qui servait d'enveloppe aux cartouches.

» *Alvéoles d'affouillement produites par l'action érosive des gaz.* — Ce qui n'est pas moins intéressant que les formes diverses des fragments produits dans ces masses d'acier par l'action des gaz comprimés, ce sont les cavités ou alvéoles qui se sont produites de toutes parts, sur les surfaces directement exposées aux gaz produits par l'explosion. Elles sont du même genre que celles que j'avais antérieurement obtenues au moyen des gaz de la poudre, mais encore plus caractérisées. Ces alvéoles, dont quelques-unes atteignent 15 à 18 millimètres de diamètre et 4 à 5 millimètres de profondeur, présentent, dans la configuration de leurs parois, une série de surfaces sphéroïdales qui s'entrecoupent et qui paraissent correspondre à autant de centres d'actions gyratoires; c'est comme la contre-empreinte, en creux, de certains groupes de bulles gazeuses qui apparaissent à la surface des liquides dont elles se dégagent; elles rappellent également, mais également en creux, la configuration de certains minéraux mamelonnés, tels que la calcédoine ou l'hématite [1].

» Souvent ces alvéoles se sont elles-mêmes groupées et alignées, comme les anneaux d'une même chaîne, sur plusieurs centimètres de longueur. Il est de ces traînées qui atteignent 8 centimètres de longueur.

» Il est de ces alvéoles qui sont placées au nombre de trois ou quatre

---

[1] Lorsque des gouttes de pluie tombent sur de l'argile, elles présentent également une forme rappelant bien celle dont il s'agit.

sur une même déchirure du métal et coupées par elle. Dans ce cas, la manière dont les deux parties de l'alvéole s'adaptent l'une à l'autre doit faire supposer que cette alvéole a été creusée avant que le métal se déchirât : cela donne une idée de la rapidité surprenante avec laquelle elle s'est produite.

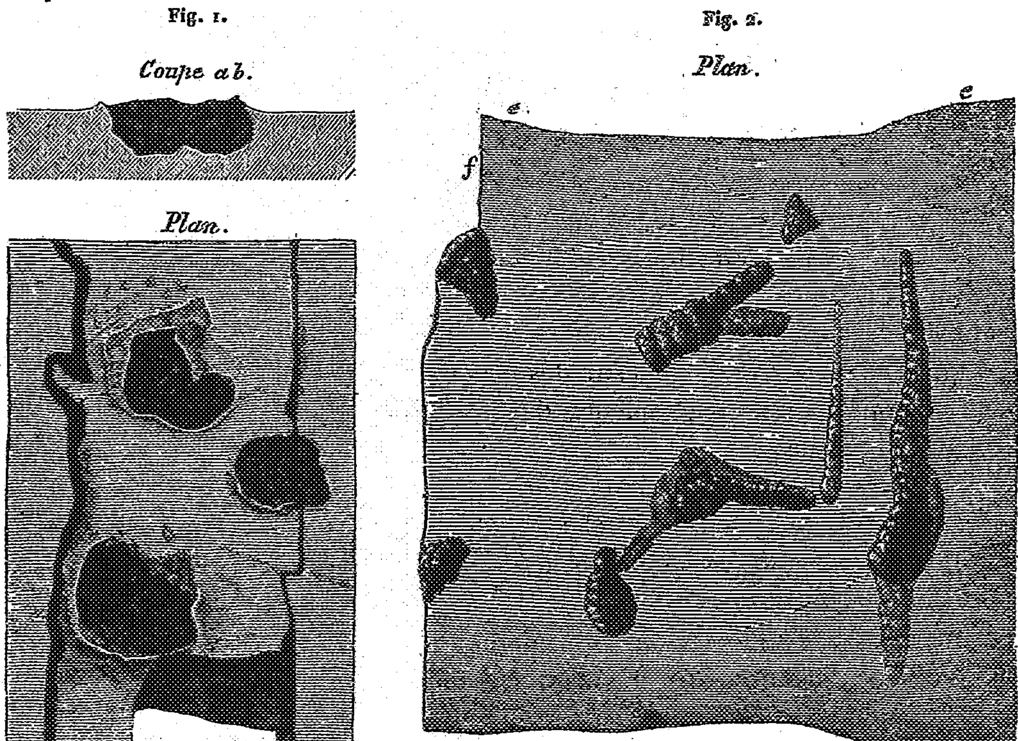


Fig. 1 (première expérience). — Alvéoles avec bavures, faisant saillie ; l'une de ces alvéoles a été coupée par une déchirure. — Grandeur naturelle ; leur profondeur atteint de 3 à 5 millimètres.

Fig. 2 (troisième expérience). — Alvéoles dont quelques-unes sont groupées et alignées. — Grandeur naturelle. — *f*, ligne de déchirure du prisme ; *e*, effets d'écrasement et de laminage produits par les gaz, particulièrement sur les bords de la surface d'action.

» Ces alvéoles, surtout quand elles sont profondes, présentent souvent, sur une partie de leur périphérie, un rebord ou bourrelet, en forme de bavure, qui fait saillie de 1 à 2 millimètres sur la surface générale du métal. Ainsi les gaz n'ont pas seulement produit sur le métal des érosions, ils ont aussi arraché et refoulé le métal, comme l'aurait fait le choc d'un burin d'acier, poussé énergiquement par une pression ou par un choc. Ces alvéoles à rebords saillants ressemblent, pour la forme, à la dimension

près, au *logement* d'un projectile lancé par un canon dans une plaque de plomb (¹).

» Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, la force érosive des gaz croît très-rapidement avec leur pression et leur température ; car les gaz de la dynamite produisent des effets beaucoup plus accentués que ceux de la poudre, quoiqu'ils agissent pendant un temps incomparablement plus court.

» En dehors de ces alvéoles ou groupe d'alvéoles, très-reconnaissables à la première vue, on peut dire que toute la surface qui a été exposée à l'action des gaz explosifs est accidentée par des inégalités de moindre dimension, de manière à rappeler une surface *chagrinée*.

» Ces diverses marques de l'action érosive des gaz à haute température et sous de fortes pressions fournissent une représentation caractéristique et durable des mouvements gyratoires dont ces gaz sont alors animés ; les tourbillons et autres mouvements des gaz se sont gravés eux-mêmes et en quelque sorte immobilisés sur des masses d'acier, à peu près comme il arrive, pour d'autres phénomènes, dans certaines expériences démonstratives de Physique.

» *Bavures produites par écrasement.* — En même temps que la barre d'acier s'est brisée, écrasée et élargie, elle a subi une autre déformation due à des actions du même genre, qui reste également comme un témoin de l'énorme pression exercée. Ce sont des écrasements, formant bourrelet le long de la plaque, et en saillie de 2 ou 3 millimètres ; de larges stries sont perpendiculaires aux bavures, comme si elles étaient le produit du laminage sous les étreintes de corps solides. Ces bavures sont comme des manomètres, qui peuvent servir à calculer les pressions auxquelles elles doivent leur origine.

» Sur les faces latérales, on remarque des rides fines et régulières, disposées parallèlement à la face supérieure, qui paraissent correspondre à l'écrasement.

» *Surfaces polies et striées.* — En outre, on remarque sur beaucoup des fractures de la masse d'acier, à part des lambeaux arrachés de diverses manières, des surfaces, les unes polies, les autres très-finement striées ; ces surfaces, bien qu'elles se poursuivent dans l'intérieur des morceaux, suivant des fissures très-minces, se sont évidemment produites en même temps que les ruptures.

(¹) Tels qu'en ont signalés et figurés MM. Piobert, Morin et Didion à la suite de leurs expériences en 1834 (*Congrès scientifique de Metz*, 1837).

» Les surfaces polies et striées peuvent prendre naissance dans plusieurs circonstances, par le glissement et le frottement des masses solides les unes sur les autres. Toutefois on ne peut s'empêcher de remarquer combien ces dernières ressemblent, quant à l'aspect et la disposition, aux surfaces striées, si fréquentes dans les météorites, par exemple dans celles de la nombreuse chute de Pultusk ou dans les syssidères d'Atacama.

» Dans une Communication prochaine, j'examinerai quelques conséquences que l'on peut tirer des expériences qui précèdent, relativement aux météorites et à plusieurs circonstances de leur arrivée dans l'atmosphère terrestre. »

GÉOLOGIE. — *Recherches sur les terrains tertiaires de l'Europe méridionale;* par M. **Hébert**.

« Les terrains tertiaires de l'Europe méridionale sont représentés: 1° par une série puissante de couches renfermant en abondance des Nummulites à diverses hauteurs; 2° par les équivalents des faluns de Touraine, de la molasse marine, etc.; 3° par les marnes subapennines.

» La série nummulitique attire depuis longtemps l'attention des géologues. Elle fut d'abord considérée par des savants éminents, tant en France qu'à l'étranger, comme appartenant à la période crétacée, et remplaçant dans le bassin méditerranéen la craie blanche du nord. Ceux qui s'appuyaient sur les données paléontologiques la plaçaient dans le terrain tertiaire inférieur, et d'Archiac, dans son *Histoire des progrès de la Géologie* (1), en appuyant cette dernière opinion d'un résumé très-étendu de tous les faits alors connus, conclut que la formation nummulitique, qu'il considère comme un grand ensemble, est synchronique de la totalité de la formation tertiaire inférieure, telle qu'elle existe dans les bassins du nord-ouest de l'Europe.

» Tel était l'état de la question, lorsqu'en 1854 j'ai démontré, avec M. Renevier, qu'il y avait lieu de diviser cet ensemble en deux grands massifs : l'un, celui dont Nice était alors le meilleur représentant connu, correspondant par sa faune à notre calcaire grossier; l'autre, celui des Hautes-Alpes (Faudon, Saint-Bonnet, Entrevernes, les Diablerets, etc.), dont la faune était plus récente. J'ai personnellement considéré (2) ce

(1) T. III, p. 216; 1850.

(2) *Bull. Soc. géol. de Fr.*, t. XXIII, p. 126.

second système comme l'équivalent du calcaire de Saint-Ouen et du gypse, c'est-à-dire comme éocène supérieur.

» Bientôt après ([1]), M. Eug. Sismonda montrait que les couches supérieures de la Ligurie constituent une assise encore plus récente, en raison du grand nombre d'espèces miocènes qu'on y trouve. Il plaçait cette série supérieure sur l'horizon de l'éocène supérieur du nord. M. Michelotti en 1861, et M. Pareto en 1865, ont considéré le nummulitique supérieur de la Ligurie comme miocène inférieur, et c'est aussi l'opinion que j'ai adoptée. L'analyse de l'ensemble nummulitique ne s'est point arrêtée à ces trois systèmes d'âges différents. Dans une Note présentée à l'Académie, séance du 7 août 1865, et insérée dans les *Comptes rendus*, t. XLI, p. 245, j'ai fait connaître trois autres assises, dont deux au moins appartiennent à des époques différentes des précédentes :

» 1° L'assise de Priabona, dont j'ai montré le synchronisme avec les couches de Biarritz;

» 2° Celle de San-Giovanni Ilarione, reproduisant d'une manière remarquable la faune du calcaire grossier inférieur du bassin de Paris;

» 3° Celle de Ronca, dont les analogies avec les faunes du calcaire grossier supérieur et des sables de Beauchamp m'avaient beaucoup frappé.

» En même temps, M. Tournouër ([2]) démontrait que Castel-Gomberto représente l'horizon de Gaas, c'est-à-dire qu'il correspond à la partie inférieure de nos sables de Fontainebleau.

» Tous ces faits présentaient de grandes garanties de certitude. J'ai essayé de les grouper en tableau synoptique, pour montrer la corrélation de toutes ces assises avec la série classique du bassin de Paris. Toutefois une grave erreur s'est introduite dans ce tableau, par suite de l'opinion générale que les couches de Biarritz appartenaient aux couches tertiaires les plus anciennes, c'est-à-dire à l'éocène inférieur. Cette erreur a été rectifiée en 1868 ([3]) par M. Suess, qui a montré que le groupe de Priabona est superieur aux groupes de Ronca et de San-Giovanni Ilarione, mais inférieur aux couches de Sangonini et de Castel-Gomberto, ce qui place Priabona et par suite Biarritz dans l'éocène supérieur.

» Cette importante rectification a été confirmée et complétée par M. Gar-

---

([1]) *Acad. Roy. des Sc. de Turin*, séance du 15 avril 1855.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXI, p. 199.

([3]) *Actes de la Société italienne des Sciences naturelles*, t. XI, liv. III.

nier, qui a constaté (¹) que les couches à *Serpula spirulæa*, à Orbitoïdes, Operculines, etc., c'est-à-dire le système de Biarritz, sont intercalées entre les calcaires nummulitiques des Alpes et le Flysch.

» L'éocène moyen, l'éocène supérieur et le miocène inférieur sont donc largement représentés dans le Vicentin.

» Le Mémoire de M. Suess et celui de M. Bayan (1870) donnent de nombreux et intéressants détails sur le terrain tertiaire de cette région; mais ces détails ne sont pas tous concordants. Ainsi M. Bayan a considéré les couches de Ronca comme plus anciennes que celles de San-Giovanni Ilarione, tandis que de l'examen des faunes j'avais tiré une conclusion contraire. Il m'a donc paru nécessaire de faire par moi-même, sur les lieux, l'étude stratigraphique du Vicentin, et de chercher à déterminer la succession réelle des assises caractérisées par des faunes différentes.

» Une autre contrée, la Hongrie, fort peu connue géologiquement à l'étranger, me parut avoir, tant avec le Vicentin qu'avec le bassin de Paris, des rapports très-intéressants, et je me décidai à entreprendre ce double travail comparatif. Le désir de réunir, pour les collections de la Sorbonne, un nombre suffisant de spécimens, pour permettre de faire à loisir les études paléontologiques nécessaires, me fit demander à M. le Ministre de l'Instruction publique, qui voulut bien l'accorder, une mission en faveur de M. Munier-Chalmas, préparateur du Cours de Géologie à la Sorbonne et paléontologiste fort exercé. Une grande part dans le succès de nos recherches revient à mon collaborateur.

» Pendant trois mois qu'a duré notre voyage, nos récoltes ont été considérables : elles nous permettent d'appuyer nos relevés de coupes, indiquant la succession des assises, sur de nombreuses données paléontologiques. Nous espérons pouvoir présenter à l'Académie, au fur et à mesure que nos matériaux auront pu être élaborés, la série des résultats que nous aurons obtenus.

» La première Communication que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui, au nom de M. Munier-Chalmas et au mien, est relative au terrain tertiaire éocène et miocène inférieur de la Hongrie.

(¹) *Bull. Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, 1872.

PREMIÈRE PARTIE.

Terrain tertiaire de la Hongrie (Bakony, Gran, Buda-Pesth),
par MM. Hébert et Munier-Chalmas.

» Aussitôt notre arrivée à Buda-Pesth et notre projet d'exploration connu, M. Max. von Hantken, directeur de l'Institut géologique de Hongrie, voulut absolument nous accompaguer et nous montrer lui-même tout ce qu'il était possible de voir dans ces contrées, dont la constitution géologique lui est connue dans ses moindres détails. Nous ne saurions trop exprimer notre reconnaissance à ce savant distingué, aussi bon géologue et paléontologiste qu'habile ingénieur. Sans lui, nos excursions n'eussent pas été possibles. Non-seulement il a aplani toutes les difficultés matérielles de transport, de logement, etc.; mais il nous a communiqué sur place le résultat de ses longues recherches et de ses nombreuses publications qui sont trop peu connues en France ([1]). Aussi, dans ce travail, toute la partie stratigraphique appartient-elle à M. Hantken. Si néanmoins il nous paraît présenter quelque utilité, c'est en raison d'une plus rigoureuse appréciation des faunes de ces diverses assises, et de la fixation de l'âge de chacune d'elles par rapport à la série classique du bassin de Paris.

» Nous suivrons dans l'étude de ces assises l'ordre ascendant, en allant des plus anciennes aux plus récentes.

I. — *Lignites à* Cyrena grandis, *Hantk., et couches à* Cerithium Bakonicum, *M. Ch. et* C. Tokodense, *M. Ch.* ([2]).

» Ces couches sont les plus anciennes dont on ait jusqu'ici constaté la présence en Hongrie. Elles présentent deux subdivisions, l'une inférieure, lacustre, l'autre supérieure, marine ou saumâtre.

» *Assise inférieure.* — Cette assise est composée de calcaires marneux alternant avec des marnes et des bancs de lignite qui sont exploités depuis longtemps avec beaucoup d'activité, à Dorogh et à Tokod (environ de

([1]) Quelques Notices sur la géologie de cette région ont été récemment publiées, notamment par M. Hofmann (*Mittheil. aus dem Jahrb. der Kœn.-Ungar. geol. Anstalt*, 1872).

([2]) Les fossiles ont été principalement étudiés par M. Munier-Chalmas, qui en fera l'objet d'une publication spéciale.

Gran), etc. C'est un dépôt fluvio-lacustre. Les fossiles principaux sont :

Cyrena grandis, Hantk.
Dreyssensia (Congeria) *eocenica*, M. Ch.
Unio, sp.
Bithinia carbonaria, M. Ch.
Melanopsis, *Hantkenia*, *Chara*;

de rares débris de Crocodiliens et de poissons. C'est la première fois que l'on rencontre le genre *Dreyssensia* au-dessous du miocène.

» *Assise supérieure.* — A Dorogh et à Tokod cette assise se compose de couches argileuses avec nombreux exemplaires de :

Natica incompleta, Zittel.
Cerithium Hantkeni, M. Ch. (*C. striatum*).
» Hantken, non Defr.
Fusus roncanus, Brongn.
Anomya dentata, Hantk.

» A Ajka (Bakony), où l'assise inférieure manque, cette assise supérieure repose directement sur des couches lacustres crétacées. Elle est beaucoup plus riche en fossiles. Outre le plus grand nombre des espèces précédentes, on y rencontre en effet :

Cerithium bakonicum, M. Ch.
C. Ajkense, M. Ch.
Pyrena Cuvieri, Desh.
Pyrena Hantkeni, M. Ch.
Neritina, *Lucina*, *Mytilus*.

» Il faut ajouter à cette faune une espèce, *Hantkenia eocenica*, M. Ch., appartenant à un genre nouveau de Gastéropode, *Hantkenia*, M. Ch (*Paludomus*, auct.) Ce genre est très-abondant dans les couches lacustres crétacées qui sont au-dessous, et l'on croyait que les spécimens tertiaires avaient été enlevés à la craie par remaniement; mais les deux expèces sont différentes.

» Cette assise présente les caractères d'un dépôt principalement saumâtre.

II. *Couches à* Nummulites, Hantkeni. M. Ch., *et* N. subplanulata, Hantk. et Mad.

» Sur les couches à *Cerithium bakonicum* repose directement, en Bakony, un système assez puissant de calcaires marneux jaunâtres ou bleuâtres où les Nummulites apparaissent en abondance. Un sondage pratiqué à Neuhütten, sur le territoire d'Urkut, a fait connaître l'existence de lignites à la base de ce système. Certaines couches sont entièrement formées de Nummulites, ou de Miliolithes, ou bien encore de Pernes.

» Les principaux fossiles de cette assise sont, d'une part, des espèces

propres à cette contrée :

Natica cochlearis, Hantk.
» *patulina*, M. Ch. (N. patula, Hantk., non Desh.).
Cerithium urkutense, M. Ch. (*C. parisiense*, Hantk., non Desh.).
Mitra neuhüttensis, M. Ch. (*M. obliquata*, Hantk., non Desh.).
Cardium Wiesneri, Hantk.
Lucina bakonica, M. Ch. (*L. consobrina*, aff. Hantk.).
Nummulites Hantkeni, M. Ch. (*N. lævigata*, Hantk., non Lamk.).

» D'autre part, des espèces communes au bassin de Paris ;

Hipponyx dilatatus, Defr.
Natica hybrida, Lk.
Bayania lactea (Lk sp.).
Nerita schmiedelliana, Chemn.
Delphinula lima, Lamck.
Fusus Noæ, Lamck.

» Les calcaires marneux à *Nummulites Hantkeni* sont souvent remplacés par un puissant dépôt de marnes et d'argiles où les fossiles précédents ne se rencontrent pas. A la place on trouve la *Nummulites subplanulata*, Hantk., une espèce voisine de la *N. placentula*, Desh., des operculines et des Entomostracés. On peut observer ces couches à Bajna, à Piske, à Labatlan, à Tokod et à Dorogh, où elles recouvrent les couches de charbon.

III. — *Couches à* Nummulites perforata *et* N. lucasana.

» Ce deuxième horizon de Nummulites se voit partout superposé au précédent. Dans les environs de Tokod, de Bajoth et de Bajna (Domonkos), il est représenté par des calcaires marneux, passant quelquefois à des marnes brunes, pétries de Nummulites.

» Les Gastéropodes et les Acéphales y sont rares ; quelques *Voluta subspinosa*, Brongn., *Corbula exarata*, Desh. Les Polypiers, au contraire, sont nombreux, on y remarque :

Trochocyathus acutecristatus, Reuss.
» *longus*, Reuss.
» *affinis*, Reuss.
Cyathophyllia Hantkeni, Reuss.
Cycloceris minuta, Reuss.
Placophyllia flabellata, Reuss.
Stylocœnia macrostyla, Reuss.
Astrea Morloti, Reuss, etc., etc.

» Les Échinodermes manquent à peu près complétement.

» Ces couches sont recouvertes, dans la région qui nous occupe, par les assises à *Nummulites striata*, troisième horizon de Nummulites.

» En Bakony, le système à *Nummulites perforata* et *N. lucasana* est formé par des calcaires compactes très-puissants, renfermant en très-grande abondance, outre les deux espèces precédentes, les *Nummulites complanata*,

Lamk., *N. spira*, Roissy, qui manquent dans la contrée de Gran, et une grande espèce d'Alvéoline.

» Les Échinodermes sont très-communs; nous citerons :

Coptosoma pulchra, Laube.
Psammechinus nummuliticus, Pavay.
Echinolampas Suessi, Laube.
Echinolampas ellipticus, Ag.
Conoclypus conoideus, Ag.
Amblypygus dilatatus, Ag.

et en outre des espèces appartenant aux genres *Eupatagus*, *Schizaster* et *Macropneustes*.

» Parmi les Mollusques, en général rares et mal conservés, nous avons recueilli *Nerita Schmiedelliana*, Chem., *Ostrea gigantea* et des spécimens des genres *Ovula*, *Cerithium*, *Lucina*, *Pecten*, etc. »

« M. **Dumas** a vu reparaître avec regret, dans la publication que M. le professeur Sée a consacrée à l'emploi thérapeutique de l'acide salicylique, un résumé de la découverte de cet acide, emprunté à quelque ouvrage étranger, dans lequel on a supprimé le nom du véritable inventeur, M. Piria.

» La Science a perdu M. Piria, il y a peu d'années, d'une manière prématurée. C'est un devoir pour M. Dumas de rappeler le mémorable travail par lequel l'habile chimiste italien faisait connaître, il y a quarante ans, la conversion de la salicine en hydrure de salicyle et celle de cet hydrure en acide salicylique. M. Dumas, sous les yeux duquel M. Piria venait d'effectuer ses belles expériences, constatait, de son côté, l'identité de l'hydrure de salicyle avec l'huile volatile de *Spiræa ulmaria*.

» La découverte de l'acide salicylique appartient tout entière à M. Piria. Le Mémoire où il a fait connaître ce composé sera toujours considéré comme l'un des plus importants parmi ceux qui ont contribué à fonder la Chimie organique. »

S. M. **Don Pedro d'Alcantara**, Empereur du Brésil, élu Associé étranger dans la séance du 25 juin, adresse ses remercîments à l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTES.

VITICULTURE. — *Note sur une maladie du raisin, dans les vignobles narbonnais (juin et juillet 1877)*; par M. F. Garcin. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un accident qui a frappé, au mois de juin, une partie du vignoble narbonnais.

» Sur les parties extérieures de tout ou partie des grains des grappes touchées, se trouve une ou plusieurs taches circulaires, d'un brun noir et de la dimension d'un petit pois, en moyenne. Ces taches, examinées à la loupe ou mieux à un faible grossissement au microscope, ne laissent voir ni morsures d'insecte, ni champignon d'aucune sorte. Leur aspect est celui d'un tissu mort, les cellules flasques, affaissées sur elles-mêmes et présentant, par suite, au lieu de cellules bombées, des faces plates formant sur toute la tache comme une série de facettes.

» L'opinion vulgaire rattache ce phénomène à une rosée très-abondante et prolongée, qui s'est produite dans une journée de juin. Les bas-fonds ont été spécialement frappés, ainsi que les endroits abrités. Enfin les plants d'aramons (précoces) ont été indemnes ou à peu près, quand les carignanes et alicantes (tardifs) ont été touchés.

» L'explication me paraît être la suivante : Sur le grain jeune, à épiderme tendre, non encore recouvert de sa couche cireuse protectrice contre l'humidité, la goutte d'eau que la rosée a déposée a dû mouiller la surface. Alors, par un phénomène d'endosmose, cette eau a pénétré les cellules épidermiques en les gonflant jusqu'à éclatement; cette action destructive, produite sur l'épiderme, a laissé après évaporation une cicatrice, comme en aurait produit une action contondante semblable à celle du choc de grêlons.

» Les bas-fonds ont été spécialement atteints, parce que la rosée a dû y séjourner. Les lieux abrités ont été atteints, parce que la rosée n'y a pas séché aussi vite que dans les endroits largement aérés.

» Les aramons ont moins souffert que les plants tardifs, peut-être pour deux raisons : d'abord, comme ils sont plus précoces, l'épiderme s'est trouvé plus vigoureux pour résister à l'action endosmotique; ensuite,

comme ils sont plus feuillus, ils ont dû avoir moins de rosée sur leurs grappes bien cachées.

» A tous ces faits, j'en ajouterai un autre que j'ai observé d'une manière constante; dans les grappes touchées, les grains atteints sont ceux qui regardent l'extérieur et non ceux qui sont tournés vers le cep. C'est la conséquence de la théorie de Wells, d'après laquelle la rosée ne se dépose que sur les objets susceptibles de rayonner. »

M. **Boullenot**, M. **Dubled**, Mme **de Bompar** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

En l'absence de M. *Boussingault*, momentanément éloigné de l'Académie par un deuil de famille, M. **Van Tieghem** est désigné pour faire partie de la Commission chargée de juger le différend survenu entre M. Bastian et M. Pasteur.

M. **Belgrand** est adjoint à la Commission chargée d'examiner le travail de M. *Kerviler*, sur les alluvions de Saint-Nazaire.

CORRESPONDANCE.

La **Députation provinciale de Modène** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. *Marianini* portant pour titre : « Memoria di Fisica sperimentale ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Riant*, portant pour titre : « Traité de l'hygiène et de l'éducation dans les internats » ;

2° Un Opuscule de M. *Maurice Girard*, intitulé : « Domestication des Blattes. »

3° Les « Causeries scientifiques, de M. *H. de Parville* », pour l'année 1876.

4° La table des vingt premiers volumes de l'« Année scientifique et industrielle » de M. *L. Figuier*.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète périodique de d'Arrest, faite à l'Observatoire de Marseille.* Lettre de M. **Stephan** à M. le Secrétaire perpétuel.

« La comète périodique de d'Arrest a été retrouvée, cette semaine, à l'Observatoire de Marseille, par M. Coggia, à l'aide de l'éphéméride calculée par M. Leveau.

» Entrevue seulement dans la nuit du 8 au 9, la comète n'a pu être observée avec précision que le lendemain.

COMÈTE PÉRIODIQUE DE D'ARREST.

1877.	Heure de l'obs. (T. M. Marseille).	Asc. droite de la comète.	Dist. polaire de la comète.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	Observ.
Juillet 9.	$14^h 39^m 28^s$	$2^h 52^m 18^s,99$	$83^\circ 4' 19'',1$	$-\bar{1},626$	$-0,768$	Coggia.

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1877,0.

Étoile de comparaison.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
859 Weisse (A. C.), H. II....	$2^h 50^m 32^s,23$	$82^\circ 50' 36'',9$	Cat. W.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur la théorie des formes quadratiques à un nombre quelconque de variables.* Extrait d'une Lettre de M. **Frobenius** à M. Hermite.

« Vous avez répondu, il y a quelque temps, à une objection qui a été faite par M. Bachmann à vos formules, pour la transformation des formes quadratiques ternaires en elles-mêmes, en montrant que la seule exception possible était contenue dans le type général, lorsqu'on attribuait aux trois paramètres des valeurs qui devenaient infinies suivant une loi déterminée. J'ai réussi à étendre cette recherche au cas de n variables indépendantes, qui me semble offrir des difficultés d'un genre bien différent.

» Pour simplifier, je me sers d'une notation symbolique. Si

$$A = \Sigma a_{\alpha\beta}\, x_\alpha y_\beta \quad \text{et} \quad B = \Sigma b_{\alpha\beta}\, x_\alpha y_\beta$$

sont deux formes bilinéaires données, je nomme la forme $\Sigma \frac{\partial A}{\partial y_k} \frac{\partial B}{\partial x_k}$ leur produit, et je le désigne par AB. Vous voyez que cette opération n'est autre chose que la composition des substitutions linéaires que vous avez si souvent employée. De plus, je pose $C = \Sigma x_\alpha y_\alpha$ et je désigne par A^{-1} la forme X satisfaisant à l'équation $AX = C$ qui n'a point de solution ou n'en

a qu'une seule, suivant que le déterminant de la forme A s'évanouit ou non. Enfin je nomme *forme conjuguée de* A, et je désigne par A' celle que l'on obtient en échangeant les variables $x_1 y_1, \ldots, x_n y_n$.

» En faisant usage de ces symboles, je puis énoncer le problème de la transformation d'une forme quadratique $\Sigma s_{\alpha\beta} x_\alpha x_\beta$ en elle-même, de la manière suivante : « Étant donnée une forme bilinéaire symétrique » $S = \Sigma s_{\alpha\beta} x_\alpha x_\beta$ ($S' = S$), dont le déterminant est différent de zéro, trouver toutes les formes $U = \Sigma u_{\alpha\beta} x_\alpha y_\beta$ (substitutions) dont le déterminant » ne s'évanouit pas et qui satisfont à l'équation

(1) $$U'SU = S. \text{ »}$$

Lorsque le déterminant de C + U n'est pas nul, on a

(2) $$U = (S + T)^{-1}(S - T),$$

où

(3) $$T = S(C + U)^{-1}(C - U) = (C + U')^{-1}(U'S - SU)(C + U)^{-1}$$

représente une forme alternée ($T' = -T$) quelconque, à coefficients finis, telle que le déterminant de S + T diffère de zéro.

» En outre, chaque forme U qui satisfait à l'équation (1), et dont le déterminant est +1 (substitution propre) peut être réduite à

(4) $$U = \lim(S + T_h)^{-1}(S - T_h),$$

où $T_h = \Sigma t_{\alpha\beta} x_\alpha y_\beta$ désigne une forme alternée, dont les coefficients $t_{\alpha\beta}$ sont des fonctions rationnelles d'un paramètre h et n'ont pas tous des valeurs finies pour $h = 0$ lorsque le déterminant de C + U est nul.

» Considérons d'abord le cas particulier où le déterminant de C − U diffère de zéro. Le nombre n étant nécessairement pair, imaginons une forme alternée quelconque H, dont le déterminant est différent de zéro; on satisfait à l'équation (4) en posant

(5) $$T_h = S[C + U + h(C - U)HS]^{-1}(C - U).$$

» La forme cherchée T_h est encore plus compliquée lorsque le déterminant de C − U s'évanouit en même temps que celui de C + U. Supposons que le déterminant de $rC - U$ soit divisible par $(rC + 1)^m$ et nommons A le coefficient de $(r+1)^{-1}$ dans le développement de la forme $(rC - U)^{-1}$ par rapport aux puissances croissantes de $r + 1$. On démontre que tous les mineurs de degré $m + 1$ du déterminant de A (et de degré

$n - m + 1$ du déterminant de $C - A$) sont égaux à zéro, tandis que ceux du degré m (resp. $n - m$) ne le sont pas tous. Il en résulte que l'on peut transformer ces formes en

$$A = \Sigma(f_{\mu 1}x_1 + \ldots + f_{\mu n}x_n)(g_{\mu 1}y_1 + \ldots + g_{\mu n}y_n) \quad (\mu = 1, 2, \ldots, m),$$
$$C - A = \Sigma(f_{\nu 1}x_1 + \ldots + f_{\nu n}x_n)(g_{\nu 1}y_1 + \ldots + g_{\nu n}y_n) \quad (\nu = m+1, \ldots, n).$$

» Si l'on pose maintenant

$$G = \Sigma g_{\alpha\beta}x_\alpha y_\beta,$$

on trouve

$$GUG^{-1} = U_1 + U_2, \quad G'^{-1}SG^{-1} = S_1 + S_2,$$

équations dans lesquelles les formes U_1, S_1 ne contiennent que les variables $x_\mu y_\mu (\mu = 1, \ldots, m)$ et U_2 S_2, que les variables $x_\nu y_\nu (\nu = m + 1, \ldots n)$. Le nombre m étant nécessairement pair, imaginons une forme alternée H_1 des variables $x_\mu y_\mu$ dont le déterminant est différent de zéro. Posons enfin

$$C_1 = \Sigma x_\mu y_\mu \quad (\mu = 1, \ldots, m), \quad C_2 = \Sigma x_\nu y_\nu \quad (\nu = m + 1, \ldots, n).$$

La forme cherchée sera

$$(6) \quad \begin{cases} T_h = G'\{S_1[C_1 + U_1 + h(C_1 - U_1)H_1S_1]^{-1}(C_1 - U_1) \\ \qquad + S_2(C_2 + U_2)^{-1}(C_2 - U_2)\}G. \end{cases}$$

» Il est presque inutile d'observer que dans cette formule le signe $(C_2 + U_2)^{-1}$, par exemple, représente la forme X_2, qui satisfait à l'équation $(C_2 + U_2)X_2 = C_2$ (et non pas $= C$).

» Il vous sera facile de vérifier les résultats indiqués. Mes démonstrations, ainsi qu'un grand nombre de développements analogues et de corollaires qui en découlent, se trouveront dans un Mémoire qui sera inséré dans un des prochains numéros du journal de M. Borchardt.

» De peur d'abuser de votre temps, je ne cite parmi les résultats que j'ai obtenus dans la théorie des substitutions linéaires que le suivant.

» *Le nombre des formes linéairement indépendantes* X, *qui sont permutables contre une forme donnée* A, *c'est-à-dire qui satisfont à l'équation* $AX = XA$, *est égal à*

$$n + 2(n_1 + n_2 + n_3 + \ldots),$$

n_k désignant le degré du plus grand commun diviseur des mineurs d'ordre $n - k$ du déterminant de la forme $rC - A$. »

GÉOMÉTRIE. — *Démonstration de deux lois géométriques énoncées par M. Chasles*. Note de M. G. **Fouret**, présentée par M. Chasles.

« 1. M. Chasles, dans la série des nombreux théorèmes qu'il a publiés récemment sur les lieux géométriques, a reconnu l'existence de deux lois générales (¹), de nature à éclairer et à simplifier, dans beaucoup de cas, ce genre de recherches. Bien que ces lois se trouvent vérifiées par un très-grand nombre d'exemples, variant dans des limites assez étendues, il ne sera pas inutile d'en établir, par une démonstration rigoureuse, l'exactitude absolue. C'est ce que je me propose de faire, après avoir rappelé les deux énoncés de M. Chasles :

» I. — *Lorsque, dans les données d'une question ayant pour objet la recherche de l'ordre d'un lieu géométrique ou de la classe d'une courbe enveloppe, il se trouve un point qui glisse sur une courbe d'ordre m, laquelle courbe n'a aucune autre relation avec les données de la question, ce nombre m entre comme simple facteur d'une fonction des autres données de la question.*

» II. — *Lorsque, dans les données d'une question ayant pour objet l'ordre d'un lieu géométrique ou la classe d'une courbe enveloppe, il se trouve une droite qui roule sur une courbe de la classe n, courbe n'ayant aucune autre relation avec les données de la question, ce nombre n entre comme simple facteur d'une fonction des autres données de la question.*

» Ces deux théorèmes sont corrélatifs : il suffira donc de démontrer l'un des deux, le premier par exemple.

» 2. Soit a un point mobile décrivant, dans un plan, le lieu géométrique A, dont on veut déterminer l'ordre x. Supposons que l'une des conditions qui définissent le lieu soit qu'un certain point b, lié à a par des relations données, analytiques ou géométriques, décrive dans le même plan une courbe B du $m^{\text{ième}}$ ordre. Les points a et b peuvent être considérés comme appartenant à une figure F déformable et mobile, dont la déformation et le mouvement sont régis par les conditions de la question. A ce point de vue, l'ordre x du lieu A n'est autre chose que le nombre des situations de la figure F, telles que le point a soit sur une droite D prise arbitrairement. Pour avoir le nombre de ces solutions, faisons décrire au point a la droite D : le point b décrit alors une certaine courbe C, dont je désigne le degré par k; et il est bien clair que le

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 971, séance du 7 mai 1877.

nombre x cherché est égal au nombre des points d'intersection des courbes B et C. Or, d'après le théorème de Bezout, on a $x = km$: donc m est bien facteur dans l'expression de l'ordre du lieu A.

» Il n'est d'ailleurs pas douteux que le théorème de Bezout soit applicable ici sans correction, attendu que la courbe B, indépendante, par hypothèse, des autres données de la question ([1]), ne peut avoir aucun lien avec la courbe C qui, par construction, ne dépend que de ces mêmes données et de la droite arbitraire D.

» Le premier théorème de M. Chasles, comme l'énoncé l'indique, s'applique également à la détermination de la classe de la courbe enveloppe d'une droite liée à un point donné, dans un système variant suivant une loi déterminée. La démonstration de ce second cas est toute semblable à celle qui vient d'être exposée.

3. La courbe A peut évidemment être envisagée comme une transformée de la courbe B; il en est de même dans les trois autres cas que comportent les deux lois énoncées par M. Chasles. Interprétées à ce point de vue, ces lois peuvent se déduire d'une loi plus étendue sur les transformations des systèmes de courbes, que j'ai déjà donnée antérieurement ([2]), et que je vais rappeler en quelques lignes.

» Je considère les transformations que M. Lie désigne sous le nom de *transformations de contact*, et qui jouissent de la propriété de conserver, dans les figures auxquelles on les applique, tous les contacts au-dessous d'un certain ordre. En se bornant aux transformations qui conservent les contacts du premier ordre, on a l'énoncé suivant :

» *Si l'on applique à un système de courbes une transformation de contact* ([3]), *telle qu'à un point et à une droite de la figure transformée correspondent respectivement, dans la figure primitive, une courbe* $(\alpha; \beta)$, *d'ordre* α *et de classe* β, *et une courbe* (γ, δ), *d'ordre* γ *et de classe* δ, *les caractéristiques* μ', ν' *du nouveau système seront données, en fonction des caractéristiques* μ, ν *du système primi-*

([1]) On reconnaît même facilement que certaines relations, entre la courbe B et les autres conditions données, n'empêchent pas le théorème d'être applicable.

([2]) Voir une Note communiquée à la Société philomathique, et ayant pour titre : *Sur les transformations de contact des systèmes généraux de courbes planes.* (*L'Institut*, 12 juillet 1876, p. 220.)

([3]) Les conditions qui définissent la transformation doivent être indépendantes des conditions qui définissent le système.

tif par les relations

$$(1)\qquad \begin{cases} \mu' = \alpha\nu + \beta\mu, \\ \nu' = \gamma\nu + \delta\mu. \end{cases}$$

Pour démontrer la première de ces relations, il suffit d'observer qu'à chacune des μ' courbes du système transformé, qui passent par un point O arbitrairement choisi, il correspond une courbe du système (μ, ν), qui touche la courbe (α, β) correspondant au point O, et inversement. Le nombre μ' des courbes du nouveau système qui passent en O est donc égal au nombre des courbes du système primitif qui touchent (α, β), c'est-à-dire, d'après un théorème bien connu, à $\alpha\nu + \beta\mu$.

» De même, les courbes du système (μ', ν') qui touchent une droite quelconque D, et les courbes du système (μ, ν) qui touchent la courbe (γ, δ), dont D est la transformée, se correspondent une à une, et, par suite, le nombre ν' des premières est égal au nombre $\gamma\nu + \delta\mu$ des secondes, fourni par l'application du théorème déjà rappelé.

» 4. Un grand nombre de conséquences relatives aux systèmes de courbes dérivent immédiatement de la loi de transformation qui précède. Je n'insiste pas sur ce point, ayant spécialement en vue de montrer comment on peut en déduire les deux lois énoncées par M. Chasles. Revenons à la première partie du théorème I, dont j'ai donné une démonstration directe. Les divers points de la courbe B d'ordre m peuvent être assimilés aux courbes d'un système; les caractéristiques de ce système particulier sont $\mu = 0$, $\nu = m$. Pareillement, les divers points de la courbe A d'ordre x forment un système $\mu' = 0$, $\nu' = x$. Ayant désigné par k l'ordre de la courbe qui, dans la figure primitive, correspond à une droite quelconque de la figure transformée, on a $\gamma = k$, $\delta = 0$, et en appliquant la seconde des relations (1), on retombe sur $x = km$, expression déjà trouvée.

» On peut énoncer et démontrer pour l'espace des théorèmes analogues à ceux qu'a donnés M. Chasles pour le plan. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la division de la circonférence en parties égales.* Note de M. Éd. Lucas, présentée par M. Chasles.

« La théorie de la division géométrique de la circonférence en parties égales est traitée dans la dernière Section des *Disquisitiones arithmeticæ*. Il est convenu que cette opération ne peut être exécutée que des trois manières suivantes : 1° par l'emploi simultané de la règle et du compas, comme

dans la construction ordinaire du décagone régulier (EUCLIDE); 2° par l'emploi du compas sans la règle (MASCHERONI); 3° par l'emploi de la double règle, sans compas, c'est-à-dire d'une règle plate dont les deux bords sont rectilignes et parallèles. Cette idée ingénieuse est due à M. de Coatpont, colonel du génie.

» Gauss a démontré que, pour diviser la circonférence en N parties égales, il faut et il suffit que

$$N = 2^{\mu} \times a_i \times a_j \times a_k \times \ldots,$$

μ étant arbitraire, et a_i, a_j, a_k, ... des nombres premiers et différents, en nombre quelconque, mais de la forme

$$a_n = 2^{2^n} + 1.$$

On a, pour les premières valeurs de n, les nombres premiers

$$a_0 = 3, \quad a_1 = 5, \quad a_2 = 17, \quad a_3 = 257, \quad a_4 = 65537.$$

Euler a démontré, contrairement à une assertion de Fermat, que a_5 n'est pas premier, puisque

$$a_5 = 2^{2^5} + 1 = 641 \times 6700417;$$

ainsi a_5 ne peut être compris dans l'expression de N; mais il reste deux questions importantes à résoudre :

» 1° Comment peut-on continuer le tableau des nombres premiers a_n?

» 2° Existe-t-il une série indéfinie de nombres premiers de cette forme?

» L'objet de cette Note est la réponse à la première question; mais d'abord nous ferons observer que, pour savoir si le nombre

$$a_6 = 2^{64} + 1 = 18446744073709551617$$

est premier ou composé, l'application de toutes les méthodes connues jusqu'à présent (même en tenant compte de la forme linéaire $128q + 1$ des diviseurs de a_6) nécessiterait *trois mille ans* de travail assidu. Par le procédé suivant, il suffit de former successivement les carrés de soixante nombres ayant vingt chiffres au plus; ce calcul peut être effectué en *trente heures*. Soit, en effet,

$$\sqrt{2}\,U_\lambda = (1+\sqrt{2})^\lambda - (1-\sqrt{2})^\lambda;$$

on forme la série des nombres

$$U_1 = 2, \quad U_2 = 2^2.3, \quad U_3 = 2^3.3.17, \quad U_4 = 2^4.3.17.577,$$
$$U_5 = 2^5.3.17.577.665857, \ldots;$$

chacun des nouveaux facteurs est premier avec tous les précédents, et égal au double du carré du précédent diminué de l'unité; cela posé, on a le théorème suivant, qui n'est qu'un cas particulier d'un théorème énoncé précédemment (*Comptes rendus*, 5 juin 1876).

» THÉORÈME. — *Soit le nombre* $a_n = 2^{2^n} + 1$; *on forme la série des* 2^{n-1} *nombres*

$$3,\quad 17,\quad 577,\quad 665857,\quad 886731088897,\ \ldots,$$

tels que chacun d'eux est égal au double du carré du précédent diminué de l'unité; le nombre a_n *est premier, lorsque le premier terme divisible par* a_n *occupe le rang* 2^{n-1}; *il est composé, si aucun des termes de la série n'est divisible par* a_n; *enfin, si* α *désigne le rang du premier terme divisible par* a_n, *les diviseurs premiers de* a_n *appartiennent à la forme linéaire*

$$2^{2^{\alpha+1}} q + 1.$$

» Il est indispensable de calculer les résidus des nombres U_1, U_2, U_4, U_8, ..., suivant le module a_n, au moyen de simples soustractions des dix premiers multiples de a_n; ainsi, pour $n = 6$, la caractéristique du logarithme ordinaire de U_{a_6} est supérieure à 5×10^{18}; il faudrait donc, rien que pour écrire le nombre U_{a_6}, à raison de dix chiffres par seconde, un temps supérieur à *deux cents millions de siècles*. Je fais exécuter en ce moment les calculs concernant les nombres a_6 et a_7.

» 2. La considération des termes des séries récurrentes, dont les arguments sont en progression géométrique, conduit non-seulement à la recherche des grands nombres premiers, mais encore aux développements des irrationnelles du second degré et de leurs logarithmes en séries de fractions dont les dénominateurs sont composés de facteurs premiers entre eux deux à deux. Soient, en général,

$$U_n = \frac{a^n - b^n}{a - b} \quad \text{et} \quad Q = ab,$$

a et b désignant les deux racines d'une équation du second degré; on a l'identité

$$\frac{Q^r U_{(p-1)r}}{U_r U_{pr}} + \frac{Q^{pr} U_{(p-1)pr}}{U_{pr} U_{p^2 r}} + \ldots + \frac{Q^{p^n r} U_{(p-1)p^n r}}{U_{p^n r} U_{p^{n+1} r}} = \frac{Q^r U_{(p^{n+1}-1)r}}{U_r U_{p^{n+1} r}},$$

et, en particulier,

$$\frac{1-\sqrt{5}}{2} = -\frac{1}{1} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3.7} + \frac{1}{3.7.47} + \frac{1}{3.7.47.2207} + \ldots,$$

$$1-\sqrt{2} = -\frac{1}{2} + \frac{1}{2^2.3} + \frac{1}{2^3.3.17} + \frac{1}{2^4.3.17.577} + \ldots$$

» On obtient des développements analogues, limités ou illimités, pour les fonctions circulaires et les exponentielles, qui viennent s'ajouter à ceux qui ont été donnés par Jacobi et Legendre (¹).

» Ces considérations conduisent encore à préciser les lois de distribution des nombres premiers dans les progressions arithmétiques données par Lejeune-Dirichlet; elles donnent une première interprétation d'un curieux passage des *Cogitata physico-mathematica* du P. Mersenne, qui a été récemment remis en lumière, à l'occasion de ces recherches, par M. le professeur Genocchi (²). »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la compressibilité des liquides* (suite). Note de M. **E.-H. Amagat**, présentée par M. Berthelot. (Extrait par l'auteur.)

« J'ai donné, dans la première partie de ce travail, le tableau des résultats obtenus avec l'éther ordinaire et l'éther éthylchlorhydrique, dans des conditions variées de température et de pression. Les autres liquides n'ont été étudiés qu'à la température ordinaire et à 100 degrés. J'indiquerai seulement, pour ces corps, les résultats relatifs aux limites extrêmes des pressions, c'est-à-dire, en chiffres ronds, entre 9 et 38 atmosphères.

	Température ambiante.		Température de l'eau bouillante.	
	°		°	
Alcool méthylique	14,7	0,000104	100,0	0,000221
Alcool ordinaire	14,0	0,000101	99,4	0,000202
Alcool amylique	13,8	0,000082	99,5	0,000154
Éther méthylacétique	14,3	0,000097	»	0,000250
Éther éthylacétique	13,3	0,000104	99,0	0,000250
Hydrure d'amylène	13,1	0,000172	99,4	0,000529
Hydrure d'hexylène	13,8	0,000143	99,4	0,000356
Hydrure d'heptylène	13,1	0,000122	99,5	0,000270
Benzine	16,0	0,000090	99,3	0,000187
Chloroforme	»	»	»	0,000206
Sulfure de carbone	15,6	0,000087	»	0,000174
Acétone	14,0	0,000112	99,0	0,000276

(¹) Jacobi, *Fundamenta nova*, p. 103 et suiv. — Legendre, *Traité des fonctions elliptiques*, t. III, p. 110 et suiv.

(²) *Recherches sur plusieurs Ouvrages de Léonard de Pise et sur diverses questions d'Arithmétique supérieure*, p. 111. Rome, 1877.

» J'examinerai maintenant ces résultats à plusieurs points de vue :

» 1° Dans sa théorie des actions moléculaires, Dupré établit la relation suivante, dans laquelle T est la température absolue, β et α les coefficients de compressibilité et de dilatation d'un corps solide ou liquide, Δ sa densité et a une constante qui ne dépend que de la nature chimique de la molécule :

$$(1) \qquad \frac{T\alpha}{a\beta\Delta^2} = \text{const.} \quad \text{ou} \quad \frac{T\alpha}{a\beta\Delta^2} = \frac{T'\alpha'}{a'\beta'\Delta'^2}$$

» En faisant dans cette relation $a = a'$, on pourra l'appliquer à l'étude d'un même corps dans des conditions variées de pression et de température; elle permettra d'abord de calculer le rapport des valeurs des coefficients de compressibilité d'un même corps à différentes températures, si l'on connaît le coefficient de dilatation dans ces conditions, car on pourra aussi calculer les densités Δ, Δ'. J'ai pu faire ce calcul pour l'éther chlorhydrique, dont Drion a étudié la dilatation jusqu'à 130 degrés. Voici les résultats comparés du calcul et de l'observation :

	11°	30°	60°	80°	100°
Calculé..........	0,000	0,000170	0,000254	0,000353	0,000508
Observé.........	0,000138	0,000165	0,000259	0,000360	0,000505

» Pour l'éther, dont le coefficient de dilatation est connu jusqu'à 37 degrés, j'ai trouvé à cette température des résultats également concordants. Je n'ai pu faire de vérifications avec les autres corps, faute de données expérimentales relatives à leur dilatation.

» 2° La relation permet aussi de calculer le rapport des coefficients de compressibilité de deux corps, si l'on possède pour chacune d'elles la valeur de a. Dupré a calculé cette valeur pour un grand nombre de liquides, au moyen des chaleurs latentes de vaporisation ou des tensions maxima de vapeur; mais, en substituant ces valeurs pour deux corps dans la relation (1), on est conduit à des valeurs de $\frac{\beta'}{\beta}$ complétement en désaccord avec l'observation directe; ainsi, pour l'alcool ordinaire et l'éther, on arrive au nombre 3,64, tandis que les valeurs données par les divers observateurs sont comprises entre 1,6 et 1,4. Or le calcul des valeurs de a suppose que, quand un liquide se vaporise, le travail accompli dans la molécule est insignifiant à côté du travail correspondant au phénomène physique. Le désaccord ne pouvant être attribué à la relation (1) après la vérification qui vient d'en être faite, il en résulte que, dans la vaporisation, la molécule est le siége d'un travail considérable.

» 3° La relation (1) peut encore servir à calculer le rapport des coefficients de compressibilité d'un même liquide sous diverses pressions; on le prendra alors sous la forme

$$\frac{\beta'}{\beta} = \left(\frac{\Delta}{\Delta'}\right)^2 \times \frac{\alpha'}{\alpha}$$

» Je me propose seulement de chercher le sens de la variation de β. Si β' se rapporte aux fortes pressions, on a évidemment $\left(\frac{\Delta}{\Delta'}\right)^2 < 1$. Considérons maintenant le facteur $\frac{\alpha'}{\alpha}$; à défaut de toute donnée expérimentale, on peut raisonner ainsi :

» Soient V et V' les volumes d'un liquide aux températures t et t' sous la pression p; V_1 et V'_1 les volumes aux mêmes températures sous la pression $p + P$; α_1 et α'_1 les coefficients de dilatation moyens sous les pressions p et $p + P$; β' et β'_1 les coefficients de compressibilité aux températures t et t' entre les limites de pression p et $p + P$.

» On a

$$\alpha' - \alpha = \frac{V' - V}{V(t' - t)} - \frac{V'_1 - V_1}{V_1(t' - t)} = \frac{1}{VV_1(t' - t)}(V_1 V' - V V'_1)$$

et

$$V_1 = V(1 - P\beta_1), \quad V'_1 = V'(1 - P\beta'_1),$$

d'où, en substituant,

$$\alpha - \alpha' = \frac{1 + \alpha\theta}{(1 - \beta P)} \times \frac{P}{\theta}(\beta'_1 - \beta_1),$$

en posant $t' - t = \theta$; et comme, sans aucun doute, $\beta'_1 > \beta$, on a $\alpha > \alpha'$, et, par conséquent, $\beta' < \beta$.

» Le coefficient de compressibilité diminue donc quand la pression augmente pour tous les liquides chez lesquels il augmente avec la température, c'est-à-dire tous les liquides étudiés sauf l'eau; c'est aussi le résultat auquel j'arrive par l'expérience, tant à la température ordinaire qu'à 100 degrés.

» 4° Enfin, parmi les remarques qu'on peut déduire des tableaux, je me bornerai aux suivantes : la compressibilité des termes successifs de la famille des carbures forméniques décroît régulièrement quand on descend dans la série, tant à 100 degrés qu'à la température ordinaire. La benzine est beaucoup moins compressible que l'hydrure d'amylène, qui renferme le même nombre d'équivalents de carbone. Dans la série des alcools et celle

de leurs acétates, le sens de la variation, qui est inverse de celle des densités, peut différer selon la température, et tend à devenir, à température élevée, le même que dans la série des carbures. La présence du soufre, du chlore, du brome, dans les corps liquides, tend à les rendre moins compressibles. Enfin, si l'on compare la compressibilité de l'hydrure d'amylène à celles de l'éther ordinaire et de l'éther chlorhydrique, par exemple, on en conclura que, très-probablement, les premiers termes de la série des carbures forméniques sont les corps doués de la plus grande compressibilité à l'état liquide. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés électriques et capillaires du mercure en contact avec différentes solutions aqueuses.* Note de M. **Lippmann**, présentée par M. Jamin.

« Lorsque du mercure est en contact avec de l'eau pure ou acidulée, il suffit d'ajouter à cette eau une petite quantité de certaines substances pour changer notablement deux des propriétés physiques de la surface de contact : la constante capillaire ou tension superficielle, d'une part, et d'autre part la force électromotrice, c'est-à-dire la différence des potentiels électriques de l'eau et du mercure. Les expériences que j'ai exécutées sur cette question dans le laboratoire de M. Jamin et que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie ont conduit à cette relation très-simple : pour chaque valeur de la force électromotrice, la constante capillaire a une valeur déterminée et une seule, *indépendante de la composition chimique* du liquide. En d'autres termes, *si pour deux combinaisons différentes la force électromotrice est la même, la constante capillaire est la même également.*

» Pour vérifier cette loi, j'ai d'abord employé l'appareil très-simple suivant : Deux tubes capillaires égaux, T, T', sont placés verticalement côte à côte et communiquent par leur partie inférieure avec un même réservoir de mercure; leurs parties supérieures sont munies de deux entonnoirs E, E', destinés à recevoir les liquides en expérience. Si l'on a mis en E et en E' un même liquide, par exemple de l'eau additionnée de $\frac{1}{6}$ de son volume d'acide sulfurique [1], la dépression capillaire du mercure est la même dans les deux tubes, puisque tout est symétrique de part et d'autre. On ajoute dans l'un des tubes un peu d'acide chlorhydrique, ou bien une trace de bi-

---

[1] Cette eau acidulée a sur l'eau pure l'avantage de bien mouiller le verre, ce qui élimine les variations de l'angle de raccordement.

chromate de potasse; la première de ces substances augmente, la seconde diminue la dépression du mercure; les ménisques dans les deux tubes cessent d'être à la même hauteur. On met alors les réservoirs E et E′ en communication électrique l'un avec l'autre au moyen d'un tube fin, rempli d'eau acidulée. On voit aussitôt les ménisques de mercure se mettre en marche et venir se fixer dans un même plan horizontal. Le tube de communication a été parcouru par un courant électrique de courte durée, qui a eu pour effet d'égaliser les forces électromotrices des deux ménisques; l'égalité des forces électromotrices a entraîné celle des constantes capillaires, ce qui démontre la loi énoncée. Quand on supprime la communication électrique, l'inégalité des différences électriques se reproduit, et en même temps l'inégalité de niveau.

» Une autre vérification très-précise a été obtenue au moyen d'un appareil plus parfait. Un tube vertical, ouvert aux deux bouts, est effilé en pointe fine à son extrémité inférieure; il contient une colonne de mercure d'environ 40 centimètres de hauteur, laquelle est soutenue par la pression capillaire du petit ménisque qui se forme dans la pointe effilée. Cette pointe plonge dans un vase de verre V contenant de l'acide sulfurique étendu, auquel on peut mélanger des corps propres à faire varier la constante capillaire du ménisque, tels que l'acide chlorhydrique, l'acide chromique, etc. La différence électrique du ménisque peut être maintenue constante. A cet effet, on fait communiquer le mercure et le liquide en expérience respectivement avec du mercure et de l'eau acidulée contenus dans un large vase V′; on peut alors constater que les changements de composition du liquide V ne font pas varier la position du ménisque; on s'en assure au moyen d'un microscope à réticule. Si l'on supprime les communications électriques décrites plus haut, le ménisque devient, au contraire, très-sensible aux changements de composition chimique du liquide.

» Il est nécessaire d'employer pour ces expériences des substances qui, à faible dose, agissent très-fortement sur la constante capillaire; deux solutions aqueuses que l'on met en contact ne prennent sensiblement le même potentiel électrique que si elles ont à peu près la même composition chimique. Entre deux liquides très-différents, comme l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique, pris chacun purs et étendus, il se produit une force électromotrice de contact qui compliquerait l'expérience. Comme corps actifs à faibles doses, on peut citer : 1° les hydracides et l'hyposulfite de soude; 2° le bichromate et le permanganate de potasse en présence des acides.

» Le chlore, l'acide sulfureux et l'acide carbonique sont au contraire peu actifs. Le brome et l'iode agissent dans le même sens que les hydracides, et en sens contraire des corps oxydants, tels que l'acide chromique. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les vapeurs des alcoolates de chloral.* Note de M. L. TROOST.

« Dès le début de mes recherches sur l'équivalent en volume de la vapeur d'hydrate de chloral, j'avais effectué les expériences préliminaires indispensables pour appliquer la même méthode, basée sur les tensions de dissociation, aux composés formés par le chloral avec divers alcools. Les analogies que présentent ces corps rendent intéressante la comparaison de toutes leurs propriétés.

» Parmi ces expériences se trouvait, tout d'abord, la détermination des densités de vapeur du méthylate, de l'éthylate et de l'amylate de chloral. Ces densités correspondent, ainsi qu'on pouvait le présumer, à 8 volumes, comme celle de l'hydrate de chloral; c'est ce qu'indique le tableau suivant :

	Température de la vapeur.	Force élastique de la vapeur.	Densité observée.	Densité théorique (8 volumes).
Méthylate de chloral....	99°,8	282mm	2,92	3,1
Éthylate de chloral.....	99,3	254,8	3,36	3,35
Amylate de chloral.....	127,5	259	3,98	4,08

» Ces densités, prises avec des produits que j'avais préparés, ont été vérifiées depuis sur de très-beaux échantillons que m'a remis M. Personne, à qui l'on doit la découverte de ces alcoolates.

» Je ne comptais présenter ces nombres que lorsque mon travail serait complétement terminé; mais M. Wurtz ayant, dans la dernière séance de l'Académie, publié des expériences sur l'éthylate de chloral, j'ai cru nécessaire de faire connaître ces premiers résultats, pour me réserver le droit de continuer des études déjà très-avancées, et dont j'avais pris l'initiative. »

CHIMIE. — *Action de la lumière sur l'acide iodhydrique.* Note de M. G. LEMOINE.

« Les études de statique chimique que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie (29 mars 1875 et 12 juillet 1877) étaient relatives à la dissociation de l'acide iodhydrique chauffé seul ou avec un excès de l'un de ses

éléments. J'ai complété ces expériences en comparant numériquement cette action de la chaleur à celle de la lumière s'exerçant à froid. Les procédés employés pour ces recherches étaient exactement les mêmes que pour les précédentes.

» *Mélanges d'hydrogène et d'iode.* — Des ballons scellés contenant de l'hydrogène et de l'iode solide à équivalents égaux ont été exposés au soleil, en été, pendant un mois. Dans quatre déterminations, la quantité d'hydrogène libre, retrouvée après l'insolation, était un peu moindre que la quantité introduite; mais les différences ont toujours été à peu près de l'ordre de grandeur des expériences.

» Un ballon de $457^{cc},3$ contenait $2^{gr},501$ d'iode et une quantité d'hydrogène qui, ramenée à zéro et 760 millimètres, eût été de $210^{cc},3$. Il a été exposé un mois à la lumière (17 juillet-17 août 1874) dans un emplacement où il n'y avait jamais d'ombre. On a retrouvé avec l'eudiomètre $209^{cc},8$ d'hydrogène à zéro et 760 millimètres, soit les 0,998 de la quantité introduite.

» L'hydrogène et l'iode ne se combinent donc pas sensiblement à froid sous l'influence de la lumière.

» *Acide iodhydrique gazeux.* — L'acide iodhydrique gazeux sec se conserve sans aucune altération (plus d'un an) dans l'obscurité absolue, pourvu qu'il soit bien pur et sans mélange d'air. Dès que la lumière intervient, la décomposition a lieu et est rendue manifeste par l'iode solide mis en liberté; mais elle est assez lente, même en plein soleil. Cette réaction est démontrée par les expériences suivantes (ballons de 400 à 500 centimètres cubes), où l'hydrogène devenu libre a été dosé avec l'eudiomètre de M. Regnault :

Durée et époque de l'insolation.	Fraction de l'acide iodhydrique décomposé.
10 jours (25 août-3 septembre 1875)	0,24
32 jours (17 juillet-17 août 1874)......	0,80

» Comme l'iode et l'hydrogène ne se combinent pas à la lumière, on peut conclure que *la décomposition de l'acide iodhydrique sous l'influence du soleil est illimitée.*

» Dans des expériences comparatives où je faisais varier le rapport de la surface des vases à la masse gazeuse (ballons et tubes étroits), les fractions de décomposition ont été presque les mêmes Il est probable cependant que l'action chimique de la lumière s'exerce seulement sur les premières couches de gaz et s'épuise par son absorption même; mais, pendant la

longue durée de l'expérience, l'extrême mobilité du gaz renouvelle les portions de la masse en contact avec la surface.

» J'ai cherché à déterminer le rôle des différentes radiations lumineuses dans cette décomposition de l'acide iodhydrique. La réaction semble être nulle dans le rouge ou le vert : elle s'accomplit dans le violet et le bleu. En quatre jours d'insolation, on a obtenu, en dosant l'hydrogène à la fin de l'expérience :

	Épaisseur approximative.	Fraction d'acide iodhydrique décomposé.
	mm	
Tube en verre blanc.....	0,5	0,08
» rouge.....	0,5	zéro.
» vert......	0,8	zéro.
» bleu.....	0,9	0,04
» violet.....	1,3	0,01

» La décomposition lente de l'acide iodhydrique gazeux à la lumière pourra être utilisée pour mesurer le *degré d'éclairement* du ciel dans les grands observatoires météorologiques.

» *Acide iodhydrique en dissolution.* — La dissolution dans l'eau, soit concentrée, soit étendue, ne se décompose pas au soleil. Un tube contenant ce liquide, et exposé sept mois à la lumière, n'a donné aucun dégagement de gaz. En se combinant à l'eau, l'acide iodhydrique acquiert donc une véritable stabilité au point de vue de l'action chimique de la lumière.

» *Action de l'oxygène sur l'acide iodhydrique.* — Les dissolutions qui se conservent ainsi au soleil se décomposent facilement à froid, même dans l'obscurité, sous l'influence de l'oxygène de l'air; cependant l'action n'est pas instantanée, même pour les dissolutions concentrées et en agitant.

» L'acide gazeux est décomposé également par l'air, même dans l'obscurité.

» *Remarques générales.* — On sera frappé de cette puissance extrême de la lumière pour démolir un édifice moléculaire que la chaleur ne détruit que lentement et partiellement. En un mois d'insolation, on décompose à froid les 0,80 de l'acide iodhydrique gazeux : en le chauffant un mois à 265 degrés, on n'en détruit que les 0,02 ; même à 440 degrés, en quelques heures, 0,20 seulement. Cette différence des actions de la chaleur et de la lumière est corrélative des deux circonstances suivantes :

» 1° La décomposition qui a lieu sous l'influence de la lumière n'est pas limitée par l'action inverse, puisque l'iode et l'hydrogène ne se combinent pas à froid. Au contraire, lorsqu'on chauffe de l'acide iodhydrique,

il existe deux actions inverses qui, tendant l'une à détruire, l'autre à reformer le composé, produisent sa décomposition limitée ou dissociation. (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVII, p. 289, année 1872.)

» 2° La décomposition de l'acide iodhydrique gazeux en hydrogène et iode *solide*, telle qu'elle a lieu à froid, dégage une certaine quantité de chaleur (environ 6400 calories par équivalent, d'après M. Berthelot); au contraire, la décomposition en iode gazeux et hydrogène, telle qu'elle se produit de 265 à 440 degrés, ne correspond qu'à un phénomène thermique très-faible.

» On retrouve ici une fois de plus les variations régulières de propriétés dans la grande famille naturelle formée par le chlore, le brome et l'iode. Le chlore et l'hydrogène se combinent rapidement à la lumière; l'acide chlorhydrique ne s'y décompose pas; en même temps sa dissociation par la chaleur, tout en étant réelle, est à peine sensible. L'iode et l'hydrogène ne se combinent pas à la lumière; l'acide iodhydrique y est facilement décomposable; en même temps, sa dissociation sous l'influence de la chaleur commence à des températures relativement assez basses et devient de plus en plus facile quand la température s'élève [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur un nouveau dérivé de l'indigotine*; par M. P. SCHUTZENBERGER.

« Les résultats que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ont été obtenus avec l'indigotine pure, préparée en agitant, au contact de l'air, une solution alcaline d'indigo blanc.

» L'indigotine a été chauffée en vase clos, à 180 degrés C., avec 2 fois son poids de baryte hydratée cristallisée, 1,5 fois son poids de poudre de zinc et 10 fois son poids d'eau, pendant quarante-huit heures.

» Au début de l'expérience, on voit se former une solution alcaline d'indigo blanc, une véritable cuve; mais, après deux jours de chauffe, le liquide cesse de fournir de l'indigotine bleue, par oxydation à l'air.

» On trouve alors, au fond de l'autoclave, une poudre insoluble assez abondante, en grande partie minérale (mélange de zincate de baryte, de carbonate de baryte et de zinc en poudre). Cette poudre cède à l'alcool

---

[1] Les expériences résumées dans cette Note ont été exécutées en partie dans le laboratoire de M. Fremy, à l'École Polytechnique, en partie dans le laboratoire de l'Université libre de Paris.

une substance organique, qui colore le dissolvant en jaune brun. La solution alcoolique, évaporée à sec, laisse un résidu amorphe, résineux, de couleur foncée, cassant à froid et se ramollissant au-dessous de 100 degrés. Ce résidu a été mélangé avec un excès de poudre de zinc; le mélange a été chauffé, par portions de 10 grammes environ, dans un petit creuset en porcelaine, placé sur un bain de sable au-dessus d'un bec Bunsen. Le creuset était fermé par une feuille de papier à filtre, sur lequel reposait le couvercle.

» Dans ces conditions, l'intérieur du creuset se tapisse de longues et belles aiguilles brillantes, jaune clair, ressemblant, à s'y méprendre, à de l'anthraquinone sublimée. Ces cristaux sont fusibles vers 245 degrés, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther auxquels ils communiquent une fluorescence bleuâtre. Ils donnent à l'analyse des nombres conduisant exactement à la formule d'un *polymère* de l'*indol x* (C^8H^7Az). Le nouveau corps jouissant de propriétés basiques bien caractérisées et formant avec les acides des combinaisons cristallisées et définies, de couleur jaune, généralement insolubles dans l'eau, j'ai pu établir son poids moléculaire.

» L'analyse du picrate qui se précipite sous forme d'aiguilles jaunes, lorsqu'on mélange des solutions alcooliques d'acide picrique et de la base, conduit à la formule $C^{16}H^{14}Az^2, C^6H^3(AzO^2)^3O$. La base serait donc $C^{16}H^{14}Az^2$. Je donnerai à ce corps le nom d'*indoline*, pour rappeler à la fois ses propriétés basiques et ses relations avec l'indol dont il représente un polymère.

» L'indoline se dissout à chaud dans l'acide chlorhydrique étendu; cette solution donne, avec le chlorure platinique, un précipité jaune, grenu et cristallin.

» L'acide sulfurique concentré dissout l'indoline, avec une fluorescence bleue; la solution exposée à l'air dépose, à mesure qu'elle s'hydrate, des grains cristallins jaunes de sulfate d'indoline.

» L'indoline se sublime tantôt en aiguilles rappelant l'anthraquinone, tantôt en feuillets semblables à l'anthracène; par la sublimation, elle laisse toujours un résidu charbonneux.

» Lorsqu'on arrête l'opération à temps, on trouve, dans la solution barytique jaune qui surnage le dépôt insoluble d'où l'on a retiré l'indoline, un corps réduit, que l'agitation à l'air précipite sous forme d'une poudre rouge, soluble en rouge dans l'eau acidulée à l'acide chlorhydrique, soluble dans l'alcool d'où elle se sépare en grains cristallins d'un rouge

foncé. L'ammoniaque le précipite complétement de sa solution aqueuse chlorhydrique.

» Ce corps, qui offre les caractères d'une base, paraît identique avec le corps rouge signalé par Bayer et obtenu par l'oxydation à l'air du produit jaune de réduction formé par l'action de l'étain et de l'acide chlorhydrique sur l'indigotine. Aucune analyse de ce produit n'ayant été publiée, j'ai pensé qu'il serait intéressant de combler cette lacune.

» Purifié par cristallisation dans l'alcool, il donne des nombres qui conduisent à la formule $C^{16}H^{12}Az^2O$. Il se trouve ainsi placé entre l'indigotine $C^{16}H^{10}Az^2O^2$ et l'indoline $C^{16}H^{14}Az^2$.

» Les composés $C^{16}H^{12}Az^2O$ et $C^{16}H^{14}Az^2$ dérivent de l'indigotine par substitution de H^2 et H^4 à $O_{''}$ et $O^2_{''}$; ils sont à l'indigotine ce que l'anthranol $C^{14}H^{10}O$ et l'hydrure d'anthracène $C^{14}H^{12}$ sont à l'anthraquinone. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les propriétés de la résorcine; études thermochimiques.* Note de M. L. **Calderon**, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai exécuté les expériences suivantes dans le but d'établir les rapports qui peuvent exister entre la résorcine et les autres phénols, dont le type a été l'objet des études de M. Berthelot. J'ai mesuré la chaleur de dissolution et la chaleur dégagée par l'union de la résorcine avec les bases.

» 2. Pour cela, j'ai pris chaque fois $\frac{1}{2}$éq. $= 55^{gr}$ de résorcine purifiée, comme je l'ai indiqué précédemment; je l'ai réduite en poudre fine, après l'avoir desséchée soigneusement dans le vide sur l'acide sulfurique, et j'ai dissous la matière dans 900 grammes d'eau. J'ai obtenu les résultats suivants par la réaction $C^{12}H^6O^4 + 100H^2O^2$:

	Cal
A 15 degrés (moyenne de deux expériences).......	−3,936
A 22 degrés (»).......	−3,831

» La dissolution étant instantanée, il n'y a eu à faire aucune correction, l'expérience durant chaque fois moins d'une minute. La chaleur de dissolution de la résorcine serait alors très-peu variable avec la température; l'influence d'une dilution plus grande est aussi peu sensible.

» 3. J'ai mesuré ensuite la chaleur dégagée par l'action des bases, employant pour cela la potasse, la soude, l'ammoniaque et la baryte. La marche suivie dans ces expériences a été la même que celle que M. Ber-

thelot a employée dans ses études sur le phénol (*Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXIX, page 305).

» Les bases ont été employées par $\frac{1}{4}$ ou par $\frac{1}{2}$ équivalents successifs. La concentration des liqueurs était : potasse, $KO = 2^{lit}$; soude, $NaO = 2^{lit}$; ammoniaque, $AzH^3 = 2^{lit}$; baryte, $BaO = 6^{lit}$; résorcine, $C^{12}H^6O^4 = 2^{lit}$. Les résultats obtenus sont inscrits dans le tableau suivant :

		Potasse = KO.	
		Cal	En tout. Cal
$1^{éq}C^{12}H^6O^4$	+ 1ᵉʳ 1/4 KO...	+2,21	
	+ 2ᵉ 1/4 KO...	+2,19	+ 4,40
	+ 3ᵉ 1/4 KO...	+2,08	+ 6,48
	+ 4ᵉ 1/4 KO...	+2,08	+ 8,56
	+ 5ᵉ 1/4 KO...	+2,017	+10,57
	+ 6ᵉ 1/4 KO...	+1,475	+12,052
	+ 7ᵉ 1/4 KO...	+1,722	+13,774
	+ 8ᵉ 1/4 KO...	+1,286	+15,060
	+ 9ᵉ 1/4 KO...	+0,249	+15,309
	+10ᵉ 1/4 KO...	+0,232	+15,541
	+11ᵉ 1/4 KO...	0,000	
			»
Chaleur totale......			+15,541

	Soude = Na O.		Ammoniaque = Az H³.		Baryte = Ba O.	
	Cal	En tout. Cal	Cal	En tout. Cal	Cal	En tout. Cal
+1ᵉʳ 1/2 éq....	+4,370	»	+3,522	»	+7,64	»
+2ᵉ 1/2 éq....	+4,141	+ 8,511	+1,268	+4,790	+7,188	+14,828
+3ᵉ 1/2 éq....	+3,979	+12,429	+0,713	+5,503	+1,018	+15,846
+4ᵉ 1/2 éq....	+2,989	+15,479	0,00	»	+0,264	+16,11
+5ᵉ 1/2 éq....	+0,426	+15,905	»	»	0,000	»
+6ᵉ 1/2 éq....	»	»	»	»	»	»
Chaleur totale		+15,905		+5,503		+16,11

L'addition d'eau par moitié du volume total des liquides résultant de ces expériences n'a produit aucun effet thermique sensible.

» Si maintenant on rapporte ces réactions à 2 équivalents de ces bases en faisant varier la proportion de résorcine, on obtiendra :

	Potasse = 2 KO.	Soude = 2 Na O.	Ammoniaque = 2 Az H³.	Baryte = 2 Ba O
	Cal	Cal	Cal	Cal
4 éq. $C^{12}H^6O^4$...	+17,60	+17,48	+14,09	+30,56
2 éq. $C^{12}H^6O^4$...	+17,12	+17,02	+ 9,58	+29,26
4/3 éq. $C^{12}H^6O^4$...	+16,07	+16,65	+ 6,00	+21,13
1 éq. $C^{12}H^6O^4$...	+15,06	+15,48	+ 5,50	+16,11
2/3 éq. $C^{12}H^6O^4$...	+12,433	+12,72	»	+12,89

» 4. Les conséquences qu'on peut tirer de ces résultats sont les suivantes :

» *a*. La résorcine se comporte vis-à-vis des bases comme un phénol *diatomique*, comme le prouve la valeur $15^{Cal},54$, obtenue par l'action de 2 KO sur 1 équivalent $C^{12}H^6O^4$, qui coïncide presque exactement avec le double de la valeur $7^{Cal},6$, obtenue par M. Berthelot avec le phénol, toutes les liqueurs ayant la même concentration. On obtient une coïncidence presque semblable pour la soude, qui donne, par la réaction,

$2NaO + C^{12}H^6O^4 = 15^{Cal},541$, tandis que le phénol produit $+ 7^{Cal},34$. De même, $2BaO + C^{12}H^6O^4$ dégagent $+ 16^{Cal},11$ et le phénol $7^{Cal},48$. L'ammoniaque donne lieu aux mêmes remarques; une réaction à équivalents égaux entre le phénol et l'ammoniaque dégage $+ 2^{Cal},0$, et la résorcine produit $+ 4^{Cal},79$.

» *b*. La potasse, la soude et la baryte se comportent d'une façon analogue quant à la valeur finale de la réaction $C^{12}H^6O^4 + 2RO$, quoique les valeurs partielles soient beaucoup plus grandes pour les premières fractions d'équivalent de baryte que pour la potasse et la soude. On trouve aussi que la baryte dégage plus de chaleur que la potasse et la soude en présence d'un excès de résorcine. Au contraire, par les rapports normaux, on obtient :

avec KO, $+ 15^{Cal},06$; avec NaO, $+ 15^{Cal},48$; avec BaO $+ 16^{Cal},11$,

nombres qui rapprochent la réaction des trois bases et qui sont voisins de $7,6 \times 2 = 15,2$, obtenu dans la formation du phénate de potasse dissous. De même, en présence d'un excès de trois bases, on trouve :

avec KO, $+ 15^{Cal},54$; avec NaO, $+ 15^{Cal},91$; avec BaO, $+ 16^{Cal},11$,

toutes les liqueurs également concentrées. La différente concentration ne semble apporter aucun changement notable à ces valeurs : j'ai fait une expérience avec des liqueurs dont la concentration était $KO = 1^{lit}$, $C^{12}H^6O^4 = \frac{1}{2}$ litre, et j'ai obtenu, pour 1 équivalent $C^{12}H^6O^4$, avec $\frac{1}{2}$ KO, $4^{Cal},2$; avec 1 KO, $7^{Cal},9$; avec $1\frac{1}{2}$ KO, $11^{Cal},6$; avec 2 KO, $14^{Cal},7$, nombres à peu près égaux aux précédents et presque proportionnels aux fractions de potasse jusqu'à 1 équivalent KO, et qui décroissent au delà progressivement. Peut-être ces variations sont-elles dues à l'action progressivement décomposante de l'eau sur les sels bibasiques de potasse et de soude, composés qui n'existeraient à l'état de pureté qu'en l'absence du dissolvant.

» *c*. Les nombres relatifs à ces trois bases semblent indiquer, en outre, que les 2 équivalents successifs de base ne sont pas combinés au même titre avec la résorcine, le premier équivalent dégageant beaucoup plus de chaleur que le second, et cela par fractions à peu près proportionnelles; tandis que cette proportion ne se vérifie pas pour les fractions du second équivalent. Avec la baryte, les 2 équivalents agissent tous deux à peu près de la même manière.

» *d*. Les nombres obtenus avec l'ammoniaque sont beaucoup plus faibles qu'avec la potasse et la soude, résultat facile à prévoir si l'on observe

la stabilité moindre des composés ammoniacaux, formés par les acides faibles et par les alcools, ainsi que leur décomposition par l'eau (voir *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX et XXX, pages 290 et 498).

» Les caractères généraux de ces combinaisons sont analogues à ceux des phénates alcalins, surtout pour le premier équivalent de base, l'action du second équivalent se rapprochant davantage de celle que les alcalis exercent sur les alcools proprement dits, alcool ordinaire, mannite, glycérine, d'après les expériences déjà citées de M. Berthelot.

» Ce travail, que je continue, a été fait au laboratoire du Collége de France. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la réforme de quelques procédés d'analyse usités dans les laboratoires des stations agricoles et des observatoires de Météorologie chimique.* (Deuxième Mémoire : *Acidimétrie*); par M. **Aug. Houzeau.** (Extrait.)

« La méthode ammonimétrique directe, que j'ai publiée dernièrement, exigeant parfois l'usage de liqueurs acides titrées d'une très-grande dilution, il était nécessaire, pour conserver à la méthode toute sa précision, de disposer de moyens également très-simples de contrôle pour vérifier la composition de ces liqueurs acides titrées.

» Plusieurs causes, en effet, concourent à modifier la valeur quantitative de ces liqueurs : l'évaporation, un long séjour dans les flacons en verre pouvant fournir de l'alcali, l'emploi pour leur préparation d'eaux distillées plus ou moins ammoniacales, souvent aussi l'incertitude de la composition des acides employés (acide sulfurique bouilli, acide oxalique cristallisé).

» Déjà, au temps où je travaillais dans le laboratoire de M. Peligot, cet éminent chimiste se préoccupait d'un moyen de vérification de l'acide titré, usité dans sa méthode de dosage de l'azote ; nous employions le massicot; plus tard d'autres chimistes ont préconisé le carbonate de soude pur, le chlorure de baryum, etc., etc.

» Mais ces derniers moyens, bien que donnant entre des mains habiles des résultats assez satisfaisants, ne sauraient être appliqués avec avantage à la vérification des liqueurs acides très-faibles, comme celles que j'emploie dans mes recherches de Météorologie. Un centimètre cube de ces liqueurs ne contient souvent pas même $\frac{3}{10}$ de milligramme d'acide sulfurique.

» Voilà pourquoi je substitue à ces moyens l'usage d'un alcali caus-

tique qui ne saurait jamais confondre dans une liqueur titrée l'acide libre avec les sels qu'ont pu former l'ammoniaque des eaux ou l'alcalinité du verre. L'alcali caustique auquel je donne la préférence est l'ammoniaque, dont la préparation est des plus simples et qui est même, contrairement à ce qui a lieu pour les alcalis, beaucoup plus facile à obtenir à l'état pur qu'à l'état impur. On sait d'ailleurs que ses principaux sels, comme le chlorhydrate et le sulfate, ont une composition bien définie et se trouvent partout.

» Ma méthode acidimétrique est donc basée sur la propriété qu'ont les sels ammoniacaux d'abandonner la totalité de leur base volatile sous l'influence d'un excès d'alcali fixe : potasse, soude, chaux, etc.

» Le poids de l'ammoniaque qui sert à neutraliser l'acide de la liqueur titrée se déduit du poids connu du sel ammoniac qui l'a fourni. Ainsi : $3,15\,AzH^3,HCl$ dégagent $1\,AzH^3$; quant au mode opératoire, j'en préconise trois qui donnent de bons résultats. Leur choix ne sera le plus souvent subordonné qu'à l'aptitude de l'opérateur ou aux ressources que présentera le cabinet de Chimie de la station agricole ou de l'observatoire.

Premier mode opératoire. — Dans un ballon où une fiole à fond plat, d'une capacité de 1500 centimètres cubes, et mis en communication avec un serpentin entouré d'eau froide([1]), on introduit un litre d'eau pure, puis une quantité connue de sel ammoniacal dont la teneur en alcali volatil peut varier de 5 à 50 milligrammes et finalement environ $0^{gr},2$ de potasse calcinée.

» On chauffe de manière à recueillir en moins d'*une heure et demie* 500 centimètres cubes d'eau distillée ammoniacale. Cette eau contient la totalité de l'ammoniaque du sel employé et constitue une liqueur alcaline titrée, parfaitement exacte, avec laquelle on vérifie et détermine au besoin le titre des acides. Exemples :

	I.	II.	III.
	mgr	mgr	mgr
Ammoniaque mise à l'état de sel dans 1 litre d'eau..........	6,0	25,0	50,0
Ammoniaque recueillie dans 500 centimètres cubes condensés.	5,9	24,8	49,2

» Ces expériences confirment entièrement les données sur lesquelles M. Boussingault a établi, il y a vingt-cinq ans, une excellente méthode de dosage de l'ammoniaque dans les eaux.

([1]) L'appareil de M. Boussingault pour doser l'ammoniaque des eaux convient très-bien pour cet objet.

» *Deuxième mode opératoire.* — Celui-ci est encore plus élémentaire; il consiste à prendre un cristallisoir en verre, à large surface, d'une capacité maximum d'environ 1300^{cc}, à bords rodés, s'adaptant à un morceau de vitre ou de glace également rodé. On verse dans ce cristallisoir un litre d'eau pure; et dans une petite capsule de porcelaine qu'on laisse flotter à la surface du liquide, on dépose, sous forme de dissolution titrée, 0^{gr},032 de chlorhydrate d'ammoniaque pure, représentant 0^{gr},010 d'ammoniaque. On y ajoute un fragment de potasse et l'on ferme rapidement avec la plaque de verre le cristallisoir dont les bords sont légèrement enduits de suif.

» On abandonne l'appareil dans un coin du laboratoire après avoir déposé dessus une bouteille d'eau ou tout objet lourd pour assurer la fermeture du vase. Au bout de soixante-huit heures, on a une solution ammoniacale exactement titrée dont 1^{cc} = 0^{mgr},01 AzH^3 équivalant à 0^{mgr},0235 SO^3. Exemple :

Ammoniaque mise à l'état de sel........................	mgr 10,0
Ammoniaque condensée dans 1 litre d'eau pure............	9,7

D'où 1 centimètre cube de la solution ammoniacale = 0^{mgr},0097 AzH^3.

» *Détermination du titre acidimétrique.* — On verse dans un verre un volume exactement mesuré de la solution ammoniacale titrée (5, 10, 20, 50 ou 100 centimètres cubes, selon l'état de concentration de la liqueur acide à vérifier), qu'on colore très-faiblement avec du tournesol rouge vineux stable ou de la cochenille, quand on a à redouter la présence de l'acide carbonique dans l'eau alcaline; puis, à l'aide d'une burette, on fait tomber goutte à goutte l'acide jusqu'à l'apparition des teintes caractéristiques.

» Le volume de la liqueur acide employée contient une quantité d'acide (SO^3 ou C^2O^3) équivalente au poids de AzH^3 contenu dans la solution ammoniacale mesurée.

» *Premier exemple.* — A. *Solution ammoniacale titrée*, obtenue en décomposant 0^{gr},0788 de chlorhydrate d'ammoniaque pur dissous dans 1 litre d'eau et recueillant 500 centimètres cubes (*Premier mode opératoire*). 1 centimètre cube de la solution titrée renferme 0^{mgr},05 AzH^3.

» B. *Liqueur acide* préparée exactement avec :

Acide sulfurique bouilli.....	0^{gr},293 = 0^{gr},2353 SO^3
Eau pure................	1 litre à + 18°

» C. *Vérification du titre de l'acide :*

Solution ammoniacale A mesurée..........	10^{cc}
Liqueur acide B employée...............	4^{cc},95

» *Conclusion :*

$4^{cc},95$ liqueur acide $=$ $0^{mgr},5$ AzH^3 équivalant à......... $1^{mgr},1765$ SO^3

D'où 1 centimètre cube de la liqueur acide contient :

D'après la préparation B : $0^{mgr},235$ SO^3 équivalant à...... $0^{mgr},100$ AzH^3

D'après la vérification C : $0^{mgr},238$ SO^3 équivalant à.. ... $0^{mgr},101$ AzH^3

» *Deuxième exemple.* — Résultat analogue avec la solution ammoniacale obtenue à froid. (Deuxième mode opératoire.)

» *Troisième mode opératoire.* — Il est principalement applicable à la véfication des liqueurs acides concentrées. C'est un procédé mixte qui tient du précédent et de la méthode décrite par M. Schlœsing (absorption par l'acide titré de l'ammoniaque dégagée à froid). Le cristallisoir est remplacé par un simple verre à boire. On trouvera tous les détails nécessaires dans mon Mémoire [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la nature des acides contenus dans le suc gastrique*. Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Berthelot.

« Dans la Communication relative au suc gastrique, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 25 juin 1877, j'ai fait quelques réserves au sujet de la nature spécifique des acides qui y sont contenus, et que je me proposais de soumettre à de nouvelles expériences. Ce sont les résultats de cette recherche que je viens exposer.

» I. Si, au lieu de traiter une seule fois le suc gastrique par l'éther, on fait une série de traitements successifs, et que l'on dose chaque fois l'acidité de la liqueur aqueuse et de la liqueur éthérée, prises à volumes égaux, on obtiendra une série de rapports de partage, tous identiques, si l'acide libre est unique ; variables, s'il y a plusieurs acides libres dans le suc gastrique. Si l'un des acides n'est pas enlevé par l'éther à l'eau en proportion sensible, tandis que l'autre se dissout dans l'éther en quantité notable, le rapport de partage ira en croissant.

» Ce rapport de partage, divisé par le coefficient de partage caractéristique de l'acide soluble et multiplié par 100, indiquera la proportion de l'acide soluble pour 100 parties d'acide total.

» Voici les résultats que j'ai obtenus, se rapportant à ce dernier cas, le

---

(1) Ce travail a été accompli avec les ressources qu'offre le laboratoire des Hautes-Études de l'École des Sciences de Rouen, et que le Directeur, M. Girardin, met très-obligeamment à ma disposition.

rapport entre les volumes d'eau et d'éther étant environ de 2 volumes d'éther pour 1 volume d'eau :

	Rapport de partage = R.					
	1er traitement.	3e trait.	3e trait.	4e trait.	5e trait.	6e trait.
A. Liquide extrait de la caillette des veaux et mélangé aux aliments............	25,0	31,5	32,7	43,7	51,3	»
B. Suc gastrique d'homme, pur, datant de six jours....................	60,4	100,0	»	»	»	»
C. Suc gastrique d'homme, mélangé récemment aux aliments.............	48,8	84,2	101,3	151,0	»	»
D. Suc gastrique d'homme, mélangé aux aliments, datant de six jours........	15,6	18,4	28,7	»	»	»
E. Suc gastrique d'homme, mélangé à une grande quantité de lait. Digestion artificielle de vingt-quatre heures.......	12,0	15,0	17,0	19,0	20,0	27,

» Ces résultats démontrent qu'il y a, dans le suc gastrique : 1° un ou plusieurs acides solubles dans l'éther; 2° un ou plusieurs acides insolubles dans l'éther. Je réserve pour de nouvelles recherches la question de la nature des acides insolubles, et je ne m'occuperai que de l'acide soluble.

» II. En me fondant sur la méthode indiquée par M. Berthelot, dans son Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVI, p. 396, 1872), j'ai cherché à préciser la nature de l'acide ou des acides solubles dans l'éther. Il suffit, pour cela, d'agiter de nouveau avec l'eau l'éther qui a dissous l'acide, et de déterminer le rapport de partage correspondant, rapport que nous désignerons par R'.

» Voici quelques expériences :

A. *Suc gastrique d'homme, pur :*

	Rapport primitif de partage.		
1° Suc gastrique de huit jours..	R = 66,0	R' = 2,0	Moyenne 2,5
2° » de six jours...	R = 60,8	R' = 3,0	
3° » de six jours...	R = 65,2	R' = 2,5	
4° » frais........	»	R' = 3,0	
5° » de trois mois..	R = 16,9	R' = 2,4	

B. *Suc gastrique d'homme, mélangé aux aliments :*

1° OEufs........	R = 30,0	R' = 3,5
	R = 30,0	R' = 2,0
	R = 46,8	R' = 2,7

Moyenne de quatre autres expériences.... 3,4.

2° Viande....... R = 34,0 R' = 4,2
R = 50,6 R' = 2,0
R = 47,0 R' = 3,3
Moyenne de sept autres expériences... 2,7

C. *Liquide extrait de la caillette des veaux et contenant des matières alimentaires :*

R' = 3; R' = 2,4; R' = 2,6; R' = 2,5; R' = 2,4.
Moyenne... 2,5.

D. *Extrait aqueux, fait à froid, de la caillette de veau lavée :*

R' = 3.

» La moyenne de tous ces chiffres est d'environ 2,5 à 3,5, au moins autant qu'on peut le préciser avec des solutions aussi étendues. Comparons-la avec les coefficients relatifs aux divers acides lactiques.

» III. Je rappellerai que j'ai réussi à extraire du suc gastrique un lactate de zinc cristallisé, dont j'ai donné l'analyse. D'autre part, une partie des liqueurs éthérées employées pour les expériences précédentes, traitées par l'eau de chaux, m'ont donné un sel de chaux dont la forme cristalline était différente de celle du lactate de chaux ordinaire (de fermentation). Ce dernier résultat est d'autant plus important à noter, que la présence de l'acide lactique de fermentation ne suffit pas pour expliquer les rapports de partage qui résultent des observations précédentes. En effet, le coefficient de partage de l'acide lactique ordinaire est égal à 10 et non voisin de 3.

» Ces résultats démontrent donc que le suc gastrique renferme un acide autre que l'acide lactique ordinaire; ce nouvel acide ne saurait être, suivant toute probabilité, que de l'acide sarcolactique, seul capable de fournir un sel de zinc correspondant à mes analyses. Or c'est ce qui a lieu, comme je vais le démontrer. J'ai extrait, par la méthode de Liebig, de 50 kilogrammes de viande de cheval, environ 20 grammes de sarcolactate de chaux. Ce sel, décomposé par l'acide sulfurique et traité méthodiquement par l'éther, m'a donné un coefficient de partage égal à 4 en moyenne, c'est-à-dire un nombre tout différent du coefficient de partage de l'acide lactique de fermentation. La légère variabilité de ce coefficient, observée pendant les traitements successifs de la solution primitive par l'éther et les traitements ultérieurs de la première solution éthérée par l'eau, prouve que l'acide sur lequel j'ai opéré était un corps à peu près homogène et mélangé à de faibles proportions de son isomère. En outre, le sel calcaire,

soumis à des cristallisations successives, a donné dans ses eaux mères un sel de chaux différent du lactate ordinaire, et semblable, par sa forme cristalline, au sel de chaux extrait du suc gastrique. L'analyse de ce sel séché répond à la formule du lactate de chaux. Au bout de quelque temps de conservation, il prend l'aspect du lactate ordinaire, probablement en se changeant en un nouvel hydrate défini.

» Si maintenant on compare le coefficient de partage 4 de l'acide sarcolactique au rapport de partage 3 de l'acide soluble dans l'éther extrait du suc gastrique, on verra que ces chiffres se rapprochent beaucoup; le chiffre plus faible pouvant s'expliquer par la présence de petites quantités d'acides gras, à coefficient de partage très-petit, tels que l'acide butyrique. J'ai, en effet, constaté la présence d'une quantité appréciable de cet acide dans les produits de la digestion.

» IV. De tous ces faits, on peut conclure que l'acide organique soluble dans l'éther et contenu dans le suc gastrique est de l'acide sarcolactique, au moins dans sa portion principale.

» Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Note sur la numération des globules du sang dans la diphtérite;* par MM. BOUCHUT et DUBRISAY. (Extrait.)

« En 1868, l'un de nous communiquait à la Société de Biologie, sous le nom de *leucocythémie aiguë*, la découverte de l'augmentation anormale du nombre des globules blancs du sang dans la diphtérite, dans l'infection purulente et dans la fièvre puerpérale [1]. Cette augmentation parut être en rapport avec la gravité du mal et devint un élément de pronostic.

» Tous les jours, à l'hôpital des Enfants malades, M. le Dr Dubrisay et moi examinons la composition globulaire du sang dans les angines couenneuses et le croup, dans les entérites, dans la fièvre typhoïde, dans la phthisie, le rachitisme, la chlorose, le purpura, la cachexie paludéenne, etc.

» Dans cette Note, il ne sera question que de la numération des globules du sang dans la diphtérite, faite de préférence avec le compte-globules de Hayem. Nous avons examiné 24 enfants atteints de diphtérite, savoir :

---

[1] É. BOUCHUT, *Gazette médicale*, 1868 (Mémoire lu à la Société de Biologie). — *Traité des Maladies des Enfants*, 4e édition, 1862; 5e édition, 1867, et 6e édition, 1873.

angines couenneuses, 11 ; croup, 13. Le sang a été examiné quatre-vingt-treize fois. Voici les résultats :

» *Relativement aux globules blancs*, nous avons trouvé par millimètre cube de sang les chiffres suivants, comme moyenne de 10 et parfois de 20 calculs dans chaque opération :

De 0	à 5 000.....	1 cas.		De 50 000	à 60 000.....	9 cas.
5 000	10 000. ...	11		60 000	70 000.....	1
10 000	20 000.....	28		70 000	80 000.....	1
20 000	30 000.....	18		80 000	90 000.....	1
30 000	40 000.....	15		90 000	100 000.....	1
40 000	50 000.....	7				

Ce qui donne, comme *moyenne générale de globules blancs*, tirée de 93 calculs faits sur 24 malades affectés de diphtérite des amygdales ou du larynx, un chiffre de 26 824 blancs, presque triple du chiffre moyen normal.

» *Relativement aux globules rouges*, sur chaque préparation, comme moyenne de trois calculs faits par un millimètre cube de sang :

De 500 000	à 1 000 000....	0 cas.		De 4 000 000	à 5 000 000.....	36 cas.
1 000 000	2 000 000....	0		5 000 000	6 000 000.....	22
2 000 000	3 000 000.....	7		6 000 000	7 000 000.....	1
3 000 000	4 000 000.....	26		7 000 000	8 000 000.....	1

Ce qui donne, comme moyenne générale des globules rouges, tirée de 93 calculs faits sur les mêmes 24 malades affectés de diphtérite, un chiffre de 4 305 038, inférieur au chiffre moyen normal.

» Maintenant nous avons fait le calcul des globules blancs et rouges, non pas d'après le nombre total de toutes les expériences, mais d'après le nombre des enfants diphtéritiques et la moyenne des chiffres trouvés sur chacun d'eux.

» D'après cette manière de calculer, nous avons examiné le sang de 24 enfants atteints de diphtérite. Si l'un d'eux a été l'objet de 12 analyses, il n'est représenté que par la moyenne de ces 12 analyses, et ainsi des autres. Cela fait une série de 24 moyennes diphtéritiques, disposée comme il suit :

Moyenne des globules rouges et blancs dans chaque observation d'angine couenneuse et de croup.

	Globules rouges.	Globules blancs.		Globules rouges.	Globules blancs.
1re obs....	4539875	21459	8e obs ..	4251312	40687
2e »	4800375	29806	9e »	4800375	50200
3e »	3859125	72162	10e »	3743046	32750
4e »	4518100	31374	11e »	4870000	11128
5e »	4055267	19609	12e »	3793875	12562
6e »	5302375	17412	13e »	4863125	28237
7e »	5218708	13902	14e »	4849100	40159

	Globules rouges.	Globules blancs.		Globules rouges.	Globules blancs.
15e obs....	3322922	16223	20e obs....	5211312	22181
16e »	5427875	43925	21e »	3976830	18268
17e »	4419522	18062	22e »	4178291	21235
18e »	4816062	12550	23e »	4907968	34814
19e »	3530062	54043	24e »	3020930	17107

» Comme moyenne générale tirée de la moyenne individuelle de cette numération des globules blancs et rouges, chez 24 enfants diphtéritiques :

Globules blancs........................ 26660
Globules rouges........................ 4461543

» Il est évident que la diphtérite caractérisée par l'angine couenneuse et le croup produit une augmentation considérable du nombre des globules blancs et une notable diminution du nombre des globules rouges.

» La moyenne des globules blancs est de 26660; mais, comme on peut le voir, ce n'est le chiffre réel d'aucun de nos diphtéritiques. Quarante-deux fois dans nos analyses ce chiffre a été plus élevé, et une fois il a atteint 105000. Sur 93 numérations, il n'a été que 11 fois dans les limites de la moyenne normale, et a varié de 5 à 10000. Dans les 32 autres numérations, il a dépassé le chiffre moyen normal, qui est de 10000, déjà très-élevé pour l'enfant.

» La moyenne des globules rouges est de 446543, chiffre inférieur à la moyenne physiologique.

» Maintenant, si, au lieu de s'en tenir à la recherche d'une moyenne leucocythémique propre à la diphtérie, on examine la progression de la leucocythose soir par soir, on voit que l'augmentation du nombre des globules blancs est d'autant plus considérable que la diphtérite est plus grave.

» Sur une enfant prise d'angine couenneuse grave, avec deux bubons suppurés du cou, nous avons trouvé les chiffres suivants :

	Globules blancs.	Globules rouges.		Globules blancs.	Globules rouges.
1er jour....	40587	4235625	11e jour....	6275 (a)	3827750
2e »	59612	4674875	12e »	28227 (b)	3796375
3e »	50200	5020000	13e »	18825	2761000
4e »	34512	4863125	14e »	50200	5176875
5e »	35375	5616125	15e »	56475	5137500
6e »	37650	5522000	16e »	47062	2510000
7e »	65887	4580750	17e »	28237	3545375
8e »	49062	4549375	18e »	15687	4078750
9e »	34512	4423875	19e »	4706	3639510 (1)
10e »	43915	4392500			

(1) Sortie de la malade.

» Les chiffres (*a*) et (*b*) ont été pris le jour de l'ouverture des bubons diphtériques du cou ; le premier, dans le sang qui coula d'une forte hémorrhagie veineuse au moment de l'incision de l'abcès ; le second, dans le sang qui fut pris au doigt une heure après l'opération. Au même instant les globules rouges tombèrent à 3 827 750.

» Comme on le voit, dans ce cas, qui peut être pris comme type, pendant toute la durée de la maladie, les globules blancs oscillèrent entre 28 237 et 65 887 et ils ne vinrent à 15 687 que la veille de la sortie, puis à 4706 le jour où l'enfant quittait l'hôpital.

» Nous ne renouvelons pas ici les hypothèses faites sur la cause de cette augmentation du nombre de globules blancs dans la diphtérite, dans l'infection purulente et dans la fièvre puerpérale. Nous avons voulu seulement montrer, par des chiffres, l'existence de la leucocythémie aiguë diphtéritique. A cet égard les résultats qui précèdent ne nous paraissent laisser aucun doute. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence des excitations des organes des sens sur le cœur et sur les vaisseaux* (¹). Note de MM. COUTY et A. CHARPENTIER, présentée par M. Vulpian.

« Nous avons cherché à étudier, avec plus de rigueur qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, les troubles circulatoires produits par les excitations des sens, ces troubles bien connus et souvent si intenses qu'on avait cru pouvoir s'en autoriser pour placer dans le cœur le siége des émotions.

» Nous avons opéré sur des chiens. Ces animaux respiraient artificiellement, immobilisés par le curare, substance qui nous a permis d'éviter tout trouble intermédiaire, respiratoire ou convulsif, tout en laissant intactes les fonctions des sens et de l'appareil circulatoire. Un kymographe à mercure était adapté à une artère; et alors nous excitions, isolément, l'un ou l'autre sens. Nous avons agi sur le goût par du chlorure de sodium, de l'aloès, de la coloquinte..... sur l'odorat par des essences diverses de bergamotte, citron, par de l'acide sulfhydrique..., sur l'ouïe par des bruits métalliques, des sifflements, des cris de joie ou de douleur poussés par un autre chien... sur la vue par la lumière du jour ou d'une lampe, des gestes de caresses ou de menaces, la vue d'un autre animal; ou encore par la piqûre, le grattage de la rétine...

» Quelques-unes de ces excitations étaient, on le voit, fort peu en rapport

(¹) Recherches expérimentales faites dans le laboratoire de M. Vulpian.

avec la nature, les habitudes de l'animal ; et cependant le kymographe a enregistré des troubles du cœur et de la tension artérielle très-nets et souvent considérables. Ainsi les contractions cardiaques ont pu varier brusquement de plus de la moitié de leur fréquence initiale, et la tension augmenter de 6 et 8 centimètres. Les modifications cardio-vasculaires déterminées par les excitations des sens spéciaux ont donc été comparables, comme valeur, à celles que Magendie, Cl. Bernard, et depuis bien d'autres physiologistes ont observées, après avoir excité d'autres fibres sensitives, périphériques, médullaires ou même encéphaliques.

» Ces réactions cardio-vasculaires, d'origine sensorielle, présentent des caractères spéciaux. Elles sont variables d'intensité avec certaines conditions individuelles ou expérimentales. Ainsi la strychnine, l'inanition augmentent; le chloral, de fortes doses de curare suppriment ces troubles circulatoires : nous les avons vus aussi varier avec la durée ou la répétition de l'action de l'excitant extérieur.

» Ces réactions cardio-vasculaires sont surtout essentiellement variables de forme. Le même excitant, souvent chez le même animal, a pu déterminer tantôt du ralentissement, tantôt de l'accélération initiale du cœur ; de même la tension a été ou diminuée, ou plus souvent augmentée. On n'a constaté aucune différence entre les effets des excitations des différents sens ; et, pour un même sens, entre les effets des excitations supposées simples, et de celles qu'on aurait pu regarder comme plus spécialement émotionnelles, agréables ou pénibles. Ainsi l'influence de gestes de menace, de cris de joie ou de douleur a été comparable à celle de bruits divers, de l'aloès sur la langue, de l'acide sulfhydrique.

» Cette variabilité, dans l'intensité et la forme des réactions provoquées par un même excitant, suffirait à différencier les phénomènes circulatoires d'origine sensorielle de ceux déterminés par l'excitation des fibres sensitives périphériques.

» Mais voici d'autres caractères non moins spéciaux. Nous avons sectionné les pneumogastriques ; après cette section, les diverses excitations des sens ont déterminé les variations habituelles de la tension sans aucune modification du cœur. Les phénomènes sensoriels réagissent donc sur le cœur uniquement par l'intermédiaire des pneumogastriques : les variations de la tension, puisqu'elles persistent après la suppression des troubles cardiaques, ont donc un mécanisme indépendant, une origine périphérique, vasculaire, vaso-motrice.

» Nous avons enlevé, cautérisé, comprimé le cerveau, ou, plus souvent,

nous avons obstrué le territoire des carotides en injectant par l'artère linguale des spores de lycopode; la circulation, la respiration même continuaient à fonctionner normalement, et à l'autopsie le microscope nous montra les vaisseaux du cerveau obstrués, ceux du mésocéphale intacts. Or, dans ces conditions, nous avons pu exciter les divers sens sans produire aucun trouble du cœur ou des vaisseaux; et, au contraire, la faradisation d'un nerf périphérique, du sciatique par exemple, a déterminé ses effets habituels.

» Nous avons vu de même de faibles doses de chloral empêcher les phénomènes réflexes cardio-vasculaires dus aux excitations des sens, et laisser persister ceux que produit l'électrisation du sciatique.

» De ces faits, nous avons cru pouvoir conclure que la protubérance, organe de perception, comme l'ont prouvé Longet et Vulpian, ne suffit pas à la production des phénomènes réflexes cardio-vasculaires d'origine sensorielle, réflexes auxquels l'intervention du cerveau serait indispensable.

» D'un autre côté, nous avons vu nos animaux s'accoutumer à une excitation trop souvent répétée, cesser de réagir pour celle-ci, en restant sensibles à toutes les autres.

» En résumé, il semblerait que les phénomènes cardio-vasculaires consécutifs aux excitations des sens sont produits, non par la perception sensorielle elle-même, phénomène protubérantiel défini et constant, mais par un travail cérébral ultérieur, consécutif et contingent. Ce travail cérébral, on pourrait l'appeler *émotionnel*, et c'est lui qui réagirait sur le cœur et les vaisseaux.

» Le cerveau, avec les phénomènes dont il est le siége, est donc une *surface sensible, la plus sensible de toutes;* et, comme les autres organes sensibles, *il réagit sur le cœur et les vaisseaux par l'intermédiaire des centres mésocéphaliques* ».

FERMENTATIONS. — *Expériences démontrant que ni l'air ni l'oxygène pur comprimés ne détruisent la septicité du sang putréfié.* Note de M. V. Feltz, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences le 1er mars 1875, j'ai démontré que du sang putréfié toxique, traité par l'air comprimé, ne perdait pas ses qualités septiques et que les vibrioniens y contenus ne différaient en rien de ceux du sang initial.

» Dans l'appareil avec lequel j'opérais, je ne pouvais dépasser une pression de 10 atmosphères; j'ai fait construire depuis, par M. Gaiffe, de

Nancy, une pompe spéciale avec des réservoirs appropriés, munis de manomètres, me permettant de comprimer les gaz à des pressions de 50 et 60 atmosphères. Les expériences que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie ont été faites avec ce nouvel appareil.

» A. *Air comprimé.* — Le 20 mars 1876, je place dans mon appareil trois tubes-éprouvettes, contenant chacun 5 à 6 centimètres cubes de sang putréfié reconnu très-toxique par l'expérimentation et renfermant une quantité énorme de ferments organisés. Le 10 mai 1876, après cinquante jours de compression d'air à 30 atmosphères, nous injectons le contenu de nos éprouvettes dans la veine crurale de trois chiens. Le liquide injecté n'est pas modifié au point de vue histologique; nous y constatons, en effet, les mêmes infiniment petits. Les trois chiens tombent malades, deux d'entre eux succombent le troisième et le quatrième jour avec tous les signes de la septicémie, le troisième se rétablit après avoir eu de la fièvre, de la diarrhée et même des selles sanguinolentes pendant huit jours.

» B. *Oxygène comprimé.* — 1° Le 26 février 1877, je remplace, sur les conseils de M. Paul Bert, les tubes-éprouvettes par des verres de montre contenant une couche de sang putréfié de 2 millimètres d'épaisseur; cette substitution rend la pénétration de l'oxygène plus facile. Le sang avait été préalablement reconnu toxique et très-riche en vibrioniens. Après vingt et un jours de compression à 20 atmosphères d'oxygène pur, préparé par M. Ritter, c'est-à-dire le 19 mars 1877, j'ouvre la marmite et je recueille 8 centimètres cubes de sang: l'odeur putride n'a pas disparu, la réaction ammoniacale au réactif de Nessler est toujours la même; les vibrions et les bactéries sont, partie détruits, partie immobilisés; les cocco-bactéries ou spores-conidies (Robin) ont résisté. J'ajoute à ces 8 centimètres cubes de sang 22 centimètres cubes d'eau distillée et je l'inocule à cinq lapins à raison de 6 centimètres cubes par animal. Ces cinq sujets périssent dans l'espace de huit jours; leur sang renferme en grand nombre des vibrioniens identiques à ceux que l'oxygène semblait avoir détruits.

» 2° Du sang putréfié en quantité de 10 centimètres cubes, très-toxique, placé sur plusieurs verres de montres, est comprimé à 25 atmosphères d'oxygène depuis le 27 mars 1877 jusqu'au 10 mai suivant, donc pendant cinquante jours. Le sang au moment d'être mis dans la marmite était tourbillonnant de vibrioniens. En le sortant de l'appareil, le mouvement de projection des vibrions, d'oscillation des bâtonnets a presque complétement disparu, mais les cocco-bactéries sont intactes; l'odeur putride est moins pénétrante, le réactif de Nessler agit toujours de même. J'injecte ce sang mélangé à de l'eau distillée dans la veine de quatre lapins, de façon que chaque animal reçoive 5 centimètres cubes de liquide. Les quatre lapins meurent septicémiques dans le courant de la semaine; leur sang examiné pendant la vie ne laisse pas le moindre doute à cet égard: il contient comme toujours des vibrioniens.

» 3° Le 27 mai 1877, je comprime à 20 *atmosphères d'oxygène* pur une dilution de sang putréfié, dont j'ai préalablement séparé les principes coagulables par une chaleur de 80 degrés. J'abandonne 50 centimètres cubes de cette dilution à l'air libre. Après trente-huit jours de compression, le 4 juillet, j'injecte à trois lapins 6 centimètres cubes de la dilution comprimée, renfermant peu ou point de vibrioniens actifs, mais une quantité énorme de cocco-bactéries; et à deux lapins j'inocule 6 centimètres cubes de la dilution initiale non comprimée. Ces cinq lapins présentent tous les mêmes signes de septicémie tant pendant la vie qu'après la mort.

» Je ne puis m'empêcher de comparer les résultats que je viens de signaler aux conclusions que j'ai tirées d'une série d'expériences sur l'action de la dessiccation au soleil des sangs putréfiés, conclusions présentées à l'Académie des Sciences le 31 mai 1875, et formulées ainsi :

« Le sang ayant passé par toutes les périodes de la putréfaction jusqu'à sa dessiccation en plein air, déterminant toujours au bout d'un certain temps d'incubation les accidents de la septicémie, nous sommes en droit d'admettre qu'il reste toujours dans nos matières inoculées des germes qui, introduits dans le sang normal, y développent le travail septique dont les infiniment petits sont l'indice le plus certain. »

» Nos expériences d'aujourd'hui conduisent aux conclusions suivantes :
1° Le sang putréfié ne perd rien de sa septicité par son contact plus ou moins prolongé avec de l'air ou de l'oxygène comprimé à haute tension.

» 2° L'air comprimé n'a aucune action sur les ferments organisés dont le microscope démontre l'existence dans le sang putréfié.

» 3° L'oxygène pur, comprimé à haute tension longtemps continuée, détruit et immobilise les bâtonnets oscillants et les vibrions, mais n'a aucune action sur les cocco-bactéries ou les spores conidies, ce qui explique la persistance de la septicité. Sous ce rapport, il y a une grande similitude d'action entre l'oxygène comprimé et la dessiccation au soleil du sang putréfié.

» 4° L'examen du sang des animaux intoxiqués ne laisse pas le moindre doute sur la reproduction de toute la série vibrionienne en semblables circonstances.

5° Il est impossible, par les méthodes d'expérimentation sus-exposées, de séparer dans le sang putréfié les ferments organisés des ferments diastasiques ; nos conclusions du 4 juin dernier restent donc entières, à savoir que les agents de la septicité du sang putréfié résident dans les ferments organisés et non dans un ferment diastasique, ou un virus liquide ou solide. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur un cas d'ectopie congénitale du cœur.* Note de M. **François-Franck**, présentée par M. Cl. Bernard.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les principaux résultats d'explorations faites à Colmar, du 5 au 8 juillet, sur une femme de vingt-quatre ans, Marie Fl..., présentant une ectopie congénitale du cœur et une large éventration au niveau de l'ombilic.

» Le Dr Klée, de Ribeauvillé, avait examiné cette femme et constaté

l'ectopie du cœur; il demanda qu'elle fût soumise à l'examen avec les appareils enregistreurs, et M. Marey me confia cette étude. Les explorations ont été faites avec le bienveillant concours du Dr Klée et en présence des Drs Husse et Wimpffen (de Colmar).

» J'indiquerai ici avec quelques détails les résultats de l'examen pratiqué avec la vue, le toucher et l'auscultation, réservant pour une prochaine Communication les expériences faites avec les appareils enregistreurs.

» Le cœur forme au creux épigastrique une tumeur du volume d'un œuf de dinde; la peau le recouvre et, par sa laxité, ne gêne en rien ses mouvements. On saisit à pleine main la masse ventriculaire, qui seule fait hernie, les oreillettes restant cachées par l'extrémité inférieure du sternum et le rebord des cartilages costaux. L'extrémité des doigts engagés au-dessous du cœur, en déprimant la peau, pénètre à une profondeur de 8 centimètres et arrive sur la face inférieure du diaphragme : on constate alors l'existence d'une large ouverture du diaphragme, circonscrite en arrière par un rebord fibreux semi-annulaire à concavité antérieure, en avant par la face postérieure du sternum dont l'appendice xyphoïde fait défaut, et, sur les côtés, par les cartilages costaux soudés entre eux. C'est par cet orifice anormal que le cœur s'est partiellement engagé dans la cavité abdominale; la masse auriculaire est restée dans la cavité thoracique, de telle sorte que le cœur est à cheval, par sa face postérieure; sur le rebord fibreux qui limite en arrière l'orifice anormal du diaphragme. La tumeur forme une saillie conoïde, dont le grand axe est dans le plan médian antéro-postérieur du corps; la pointe est légèrement déjetée vers la gauche; la masse ventriculaire soulève la peau à chaque systole, en même temps qu'elle présente une torsion de gauche à droite autour de son grand axe; elle se redresse alors, devient dure, globuleuse, et la pointe forme la partie culminante, le soulèvement total s'opérant autour d'un axe transversal qui passerait par la base. Pendant ce mouvement de projection en avant et en haut, on note une augmentation de longueur du diamètre vertical : ce diamètre, qui est de 7 centimètres à la fin de la diastole, acquiert $8^c,5$ au début de la systole.

» En explorant avec le doigt le bord droit de la masse ventriculaire, on rencontre, à 5 centimètres au-dessus du niveau de la pointe, une petite saillie alternativement molle et rigide, qui donne à l'extrémité du doigt un petit choc se confondant, au toucher, avec le début de la systole ventriculaire. L'examen graphique a démontré que cette saillie mobile appar-

tient à l'oreillette, et, d'après sa position, on doit la considérer comme formée par l'extrémité inférieure de l'auricule droite.

» A la base de la face antérieure de la tumeur, on trouve, vers la partie moyenne, une saillie arrondie de la grosseur du petit doigt, se détachant de la surface ventriculaire droite et remontant obliquement de droite à gauche pour disparaître sous le sternum. Cette saillie fournit, à chaque systole, un frémissement très-appréciable au doigt; ce frémissement, comparable au *thrill*, s'accuse davantage quand on comprime légèrement; il cesse avec la systole ventriculaire. En appliquant sur ce point le pavillon étroit d'un stéthoscope, on entend, au début du deuxième temps, quand s'opère le relâchement brusque des ventricules, un bruit de clapet de la plus grande netteté, qui correspond à l'affaissement des valvules sigmoïdes.

» Ces différents indices devaient faire considérer cette saillie comme la portion initiale de l'artère pulmonaire : c'est ce qu'ont en effet démontré les tracés obtenus en comparant les mouvements d'expansion et de retrait de ce corps pulsatile aux différentes phases de la révolution cardiaque.

» L'auscultation de la région de la pointe fait entendre deux bruits: le premier coïncide avec le durcissement systolique du cœur, et consiste en un bruit bref de soupape qui se détache sur un bruit plus prolongé, durant pendant la systole tout entière; ce dernier est vraisemblablement un bruit musculaire; le second bruit de la pointe n'est qu'une propagation du second bruit de la base, comme on peut s'en assurer en constatant son renforcement à mesure qu'on remonte avec le stéthoscope de la pointe vers la base.

» Je n'ai pu déterminer un foyer d'auscultation distinct pour chaque ventricule en suivant les bords droit et gauche du cœur.

» En appliquant le pavillon du stéthoscope au niveau de l'articulation des derniers cartilages costaux du côté droit avec le bord correspondant du sternum, on entend un souffle anémique, doux et filé, au premier temps; au second temps, on retrouve le bruit de clapet signalé au foyer de l'artère pulmonaire. Je crois que ce point chondro-sternal, au niveau duquel on perçoit le souffle du premier temps, correspond au foyer d'auscultation aortique; car le souffle se perd quand on remonte la ligne des articulations chondro-sternales droites, et se retrouve avec tous ses caractères dans la carotide droite, au niveau du bord antérieur du sterno-mastoïdien.

» La situation du cœur en dehors de la cavité thoracique soustrait l'organe aux influences mécaniques de la respiration : je me bornerai à signaler ici ce fait qui peut avoir une certaine importance théorique, que

pendant l'inspiration profonde les battements du cœur ne présentent pas le ralentissement qui est constant dans les conditions normales.

» Cette femme présente, en outre de l'ectopie congénitale du cœur, une éventration de 8 centimètres de diamètre, siégeant au niveau de l'ombilic; la peau recouvre directement l'intestin; on introduit facilement la main dans la cavité abdominale et l'on peut suivre le bord antérieur du foie, comprimer l'aorte et ses branches; l'absence de paroi abdominale résistante explique sans doute pourquoi la malade est incapable de soutenir un effort, et pourquoi cet effort ne s'accompagne pas des modifications cardiaques et artérielles ordinaires. »

M. **Ziegler** adresse une nouvelle Note relative à ses expériences sur les Drosera.

« M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince *Boncompagni*, de la livraison d'avril 1877 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*, qui contient la continuation du travail étendu de M. Ed. Lucas *Sur plusieurs ouvrages de Léonard de Pise et sur diverses questions d'Arithmétique supérieure*. Ensuite se trouve une Table extrêmement étendue des publications scientifiques récentes. A cette livraison est joint un exemplaire réunissant les recherches complètes de M. Ed. Lucas, qui ne sont pas encore terminées dans cette livraison d'avril. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

ERRATA.

(Séance du 18 juin 1877.)

Page 1425, ligne 9, *au lieu de* composés, *lisez* compensés.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUILLET 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur les phénomènes électro-capillaires;* par M. BECQUEREL.

« La surface d'un corps non conducteur de l'électricité, comme le verre, le quartz, etc., mouillé par un liquide servant à transmettre un courant électrique, acquiert la propriété de conduire ce courant comme le ferait un corps métallique, et, en outre, le liquide adhérent à la surface peut en même temps être décomposé par le courant et présenter, en certains points, les produits de la décomposition électro-chimique, métaux réduits ou oxydes. Cet effet doit être attribué, comme je pense l'avoir prouvé ([1]), à l'attraction moléculaire existant entre le liquide et la surface non conductrice, en vertu de laquelle les conditions physiques de densité et de conductibilité de la couche liquide se trouvent modifiées.

» J'ai appelé *effets électro-capillaires* les effets électro-chimiques qui se produisent quand deux liquides conducteurs de l'électricité et pouvant réagir

([1]) Mes premières recherches sur ce sujet datent de 1867; elles ont été communiquées à l'Académie dans les séances du 13 mai et du 17 juin de la même année. Voir aussi *Mém. de l'Académie*, t. XXXVI, et BECQUEREL, *Forces physico-chimiques*, p. 187; Paris, 1875.

chimiquement l'un sur l'autre sont séparés par des fêlures de tubes de verre ou par des cloisons perméables diverses. Si l'on opère, par exemple, avec des sulfures alcalins et des dissolutions métalliques (d'or, d'argent, de platine, de cuivre, de fer, etc.), séparés par la fêlure d'un tube, dissolutions donnant par leur réaction une force électro-motrice assez énergique, on peut obtenir sur les bords des espaces capillaires en contact avec les dissolutions métalliques, bords qui constituent les électrodes négatives lors de la circulation du courant électrique le long des parois de la fente, des dépôts cristallins de ces métaux; ces dépôts s'accroissent ensuite dans l'intérieur de la dissolution métallique par voie électro-chimique.

» Il pourrait se produire dans quelques cas, comme on le sait, par suite de la réaction chimique du sulfure alcalin sur le sulfure métallique précipité dans les premiers instants, une réduction superficielle de celui-ci, mais cet effet aurait lieu sur les parties en contact avec le sulfure dissous, et non à l'intérieur de la dissolution métallique, comme dans les appareils électro-capillaires, et encore est-il probable que cette réduction superficielle tient également à une action électro-chimique, comme dans beaucoup de réactions chimiques.

» J'ai indiqué dans mes recherches antérieures quels sont les métaux qui se réduisent facilement dans ces appareils électro-capillaires; mais il en est quelques-uns qui présentent des différences en raison de leur affinité pour le soufre et de la facilité avec laquelle les sulfures se décomposent. Je citerai notamment le bismuth : si l'on opère avec une dissolution de ce métal, aussitôt le contact, par la fêlure, de la dissolution de sulfure avec celle de chlorure, il y a formation d'un sulfure de bismuth en poudre noire et floconneuse; peu à peu ce précipité devient brillant çà et là et la réduction de ce métal devient complète; ainsi, dans cette expérience, l'affinité du bismuth pour le soufre l'emporte dans les premiers instants et ensuite l'action du courant devient supérieure et parvient à vaincre les affinités du soufre pour le bismuth.

» L'expérience suivante vient encore à l'appui de cette explication : si l'on met dans l'éprouvette la dissolution de chlorure de bismuth et dans le tube fêlé celle de monosulfure de sodium, puis qu'on applique à l'extérieur du tube sur la fêlure une bande de linge recouverte de monosulfure et qu'on la fixe avec un fil, on ne tarde pas à voir le monosulfure se décomposer et le bismuth se réduire à l'état métallique, la bande du côté du chlorure étant le pôle négatif.

» Avec le zinc, il y a également formation de sulfure, mais sans réduction subséquente à l'état métallique.

» Le courant électrique, en se transmettant dans un fil en contact avec la fêlure, peut donner lieu à des effets de réduction analogues à ceux qui ont lieu sur les bords de celle-ci. Je m'exprimai ainsi au sujet de l'appareil à couple intérieur dans un précédent Mémoire ([1]).

» Ce couple est formé d'un tube fêlé contenant une dissolution de monosulfure de sodium et dans laquelle se trouve une lame de platine; le tube est entouré d'un fil de platine que l'on met en communication avec la lame de platine et on l'introduit ensuite dans une éprouvette contenant une solution métallique. D'après cette disposition, le couple à deux liquides fonctionne par suite de la réaction des deux liquides dans la fissure; il en résulte alors deux courants cheminant dans le même sens : l'un, le courant dont il est question, l'autre, le courant électro-capillaire déjà décrit dans mes précédents Mémoires; d'un autre côté, la partie du fil de platine qui est enroulée autour du tube touchant la partie de la fêlure qui est l'électrode négative où s'opère la réduction, il en résulte que les deux actions s'ajoutent ensemble, comme il est facile de s'en rendre compte; aussi les réductions sont-elles doublées ([2]).

» Ces effets permettent de concevoir ce qui a lieu quand dans la dissolution métallique se trouve renfermée une matière pulvérulente, soit du charbon en poudre, soit du sable ou du quartz tassé; les particules de charbon par voie de conductibilité, ou bien les surfaces mêmes des grains de quartz mouillé par le liquide, agissent comme les fils de platine dans l'expérience précédente, et de proche en proche depuis la fente, et, par voie de conductibilité superficielle, les dépôts métalliques peuvent avoir lieu dans la masse.

» L'expérience suivante montre qu'il en est ainsi :

» Dans un tube fêlé renfermant une dissolution de nitrate d'argent, on introduit de très-petits fragments de charbon et l'on plonge ce tube dans une éprouvette contenant une dissolution de monosulfure de sodium. Il se produit d'abord les effets rapportés plus haut : la paroi de la fêlure en contact avec la dissolution de nitrate d'argent est le pôle négatif du couple électro-capillaire et l'autre paroi en contact avec la dissolution de monosulfure, le pôle positif. La paroi négative se recouvre d'argent métallique, mais là ne se bornent pas la décomposition du nitrate et la réduction de l'argent, et l'on voit encore les fragments de charbon se couvrir également d'argent à

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 855.

([2]) Je présente à l'Académie plusieurs spécimens d'appareils ayant fonctionné pendant longtemps.

mesure qu'ils s'éloignent de la fêlure. Il faut pour cela que chaque fragment constitue un conducteur superficiel qui se comporte comme la fêlure et cède une portion de l'électricité négative qu'elle reçoit du monosulfure, et l'électricité positive résultant de l'action par influence retourne vers la fêlure positive afin de former le courant électrique. Il se passe donc là une action analogue à celle qui a eu lieu dans un circuit métallique composé de plusieurs conducteurs, d'où résultent, à chaque changement de conducteur, des actions par influence semblables à celles que l'on observe dans l'appareil précédemment décrit. Dans cette action par influence, tous ces effets ayant lieu d'un fragment à celui qui est contigu, on finit par avoir des petites lames d'argent recouvrant la surface du charbon.

» Je dois faire observer que l'on ne doit employer pour faire cette expérience que du charbon pur parfaitement calciné, pour être bien certain qu'il ne reste aucune matière organique non décomposée, et qu'il faut que l'appareil soit à l'abri de la lumière.

» Je ferai remarquer encore que, les particules de charbon étant recouvertes d'une couche de la dissolution de nitrate, retenue par capillarité, la couche se comportera comme un conducteur métallique, laquelle peut être décomposée par le courant; en effet, la conductibilité est tellement due à la couche liquide retenue par capillarité à la surface du charbon, que si l'on remplace ce dernier par des grains de sable, comme on l'a dit plus haut, les effets sont les mêmes, c'est-à-dire que le dépôt d'argent métallique a lieu comme avec le charbon.

» On rend encore l'effet plus sensible en faisant passer le courant d'une pile composée de plusieurs éléments, à l'aide de deux fils de platine, en communication avec les pôles, le fil positif dans le nitrate, et le fil négatif dans le monosulfure; au moyen de cette disposition, l'électricité négative débouchera par le monosulfure dans le nitrate et augmentera la puissance réductive de la paroi en contact avec la dissolution métallique.

» On doit produire également des réductions avec des mélanges de sels métalliques insolubles et du charbon broyé, humecté d'une dissolution de nitrate de cuivre.

» Il faudra chercher si des électrodes en charbon ou des diaphragmes en charbon peuvent servir à former des appareils électro-capillaires : on pourra se servir alors, pour remplacer la fêlure, d'un tube recourbé rempli de charbon; la branche du tube plongeant dans le nitrate métallique se couvrira de métal réduit. Les extrémités des tubes seront fermées avec des tampons de coton.

» Il y a encore un moyen de montrer le rôle que jouent les particules de

charbon dans les expériences précédentes : il suffit de prendre un tube non fêlé, fermé par un bout, rempli de nitrate de cuivre ou de nitrate d'argent, et d'introduire dedans du charbon broyé, puis deux fils de platine, l'un allant jusqu'au fond et l'autre placé à la partie supérieure du tube, le premier fil mis en relation avec le pôle négatif d'une pile, l'autre avec le pôle positif; on verra, quelque temps après, les particules de charbon placées au fond du tube se couvrir d'argent métallique et les particules supérieures entourées d'acide nitrique, dont on reconnaît la présence au moyen d'un papier de tournesol ; mais il vaut mieux exployer pour électrode positive un fil d'argent pour avoir une électrode soluble.

» On conçoit que, dans les actions électro-capillaires qui ont lieu dans les corps organisés, des effets semblables doivent se produire toutes les fois que les liquides contiennent des globules ou des matières en suspension, particulièrement pendant la tranformation du sang artériel en sang veineux. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Fixation de l'azote sur les matières organiques et formation de l'ozone sous l'influence des faibles tensions électriques;* par M. **Berthelot.**

« En publiant mes dernières expériences sur les réactions chimiques produites par l'électricité de tension (*Comptes rendus*, 20 novembre 1876, t. LXXXIII, p. 938), j'ai annoncé que je poursuivais de nouveaux essais, exécutés avec une pile, *sans fermer le circuit*, et dans des conditions telles que tout se réduisait à l'établissement d'une différence constante de potentiel entre les deux armatures : cette différence était mesurée par la force électromotrice de cinq éléments Leclanché (sept Daniell environ) dans la plupart des essais que je vais décrire. Chacun des essais a duré huit à neuf mois consécutifs. J'ai dû renoncer à l'emploi des armatures métalliques, à cause des réactions spéciales qu'elles déterminent, et je me suis astreint à placer les gaz dans l'espace annulaire qui sépare deux tubes de verre concentriques, soudés l'un à l'autre par leur partie supérieure. Le tube intérieur est ouvert et rempli d'acide sulfurique étendu, le tube extérieur est fermé à la lampe et plongé dans une éprouvette contenant le même acide ; les gaz et autres corps ont été introduits à l'avance dans l'espace annulaire, à l'aide de tubulures que l'on a refermées ensuite à la lampe. Le pôle positif de la pile est mis en communication avec le liquide acide du tube intérieur qui joue le rôle d'armature, et le pôle négatif avec le liquide acide de l'éprouvette, qui joue le rôle d'une seconde armature, séparée de la première par deux épaisseurs de verre et par celle de la couche gazeuse in-

terposée. Celle-ci est enfermée dans un espace complétement clos par des soudures de verre.

» Voici les résultats observés dans ces conditions :

» 1° *Formation de l'ozone.* — J'ai constaté la formation de l'ozone par quatre réactions distinctes, savoir :

» *a.* La transformation de l'acide arsénieux en acide arsénique. 5 centimètres cubes d'une dissolution titrée du premier corps, dissous dans une solution étendue d'acide chlorhydrique, ont absorbé $0^{mgr},13$ d'oxygène, sur 50 milligrammes environ contenus dans les tubes; ce qui répond à près d'un centième d'oxygène changé en ozone. Avec les témoins disposés simultanément l'absorption a été trouvée absolument nulle ; le procédé de dosage employé permettait de répondre de 0,02 d'oxygène. Ces nombres montrent quel est l'ordre de grandeur de la réaction.

» *b.* La transformation de l'iodure de potassium en iodate de potasse. Un décigramme d'iodure, dissous dans un demi-centimètre d'eau, a fourni une dose d'iodate de potasse, capable de précipiter le chlorure de baryum, le précipité étant cristallin, insoluble dans l'acide acétique, soluble avec coloration de la liqueur dans l'acide chlorhydrique, etc. Le témoin n'a pas fourni d'iodate.

» *c.* L'union des gaz sulfureux et oxygène secs. Cette union, qui n'a pas lieu directement à la température ordinaire, d'après mes essais (ce *Recueil*, t. LXXXIV, p. 1410), donne au contraire lieu à une proportion sensible d'acide sulfurique anhydre, lorsque le mélange est soumis à l'influence électrique dans l'intervalle annulaire des deux tubes de verre décrits précédemment.

» *d.* La formation du bioxyde d'argent en petite quantité par la réaction de l'oxygène humide sur une lame d'argent placée dans le même espace concentrique. Cette réaction n'a pas lieu en dehors de l'influence électrique, comme je m'en suis assuré à l'aide de tubes témoins. Son étude présente une cause d'erreur qu'il est essentiel de signaler : c'est la formation de taches noires de sulfure d'argent, produites aux dépens d'un peu de sulfure alcalin contenu dans le verre. On l'évite autant que possible en lavant à l'avance les tubes à l'aide d'un mélange d'acides sulfurique et nitrique, puis avec de l'eau distillée, jusqu'à absence de réaction acide. Malgré toutes les précautions, on observe parfois la formation simultanée du sulfure d'argent sur un point et du bioxyde d'argent sur un autre. Mais on les distingue aisément à l'aide d'une solution concentrée d'hyposulfite de soude, qui dissout à froid le bioxyde d'argent sans agir sur le sulfure; ce dernier, au contraire, se dissout dans l'acide chlorhydrique saturé, avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

» La formation du bioxyde d'argent dans ces conditions est d'autant plus concluante qu'elle ne peut commencer à se produire, si ce n'est lorsque les traces de sulfures alcalins contenus dans le verre (ou formés pendant qu'on l'a travaillé à la lampe, et capables d'émettre des vapeurs hydrosulfurées sous l'influence de l'eau, ont été complétement détruites par l'oxygène. Le sulfure d'argent doit absorber aussi pour son propre compte une portion de l'ozone ; ce qui restreint encore la formation du bioxyde d'argent. Cependant il restait assez d'ozone pour que la production du bioxyde d'argent n'ait pas paru douteuse.

» Ces détails minutieux m'ont paru nécessaires pour bien préciser le caractère des phénomènes. On voit qu'il s'agit, dans tous les cas, de très-petites quantités d'ozone : on ne saurait s'attendre à un autre résultat; car, si de faibles tensions électriques déterminaient la formation d'une quantité d'ozone considérable, l'oxygène contenu dans l'atmosphère, où se développent incessamment des tensions électriques comparables à celles de mes expériences, cet oxygène, dis-je, ne tarderait pas à détruire toutes les substances organiques et autres matières oxydables répandues à la surface de la terre [1].

» Observons, en outre, que les diverses réactions oxydantes que je viens de signaler nous fournissent, non pas la mesure de la quantité absolue d'ozone formé dans un temps donné, mais seulement la mesure de la différence qui existe entre l'excès d'ozone formé sur l'ozone détruit spontanément dans un temps donné, et la quantité de ce même ozone absorbé pendant le même temps par l'acide arsénieux, l'argent ou l'iodure de potassium, aucune de ces réactions n'étant instantanée.

» 2° *Fixation de l'azote sur les composés organiques.* — J'ai également observé la fixation de l'azote sur divers composés organiques, sous l'influence de cinq éléments Leclanché, formant une pile dont le circuit n'était pas fermé. Quelques-unes de mes expériences ont été faites dans des conditions quantitatives, de façon à mesurer les poids d'azote absorbés dans un temps donné.

» A cette fin, j'ai posé sur la moitié de la surface extérieure d'un grand cylindre de verre mince, terminé par une calotte sphérique, une feuille de papier Berzelius, pesée à l'avance et mouillée avec de l'eau pure. L'autre moitié a été enduite avec une solution sirupeuse, titrée et pesée, de dextrine, dans des conditions qui permettaient de connaître exactement le

---

[1] A chaque mètre carré de la surface terrestre répond un poids d'oxygène capable de brûler environ 900 kilogrammes de carbone.

poids de la dextrine sèche employée. La surface intérieure du cylindre avait été recouverte à l'avance avec une feuille d'étain (armature interne).

» Ce cylindre a été posé sur une plaque de verre enduite de gomme laque.

» Puis on l'a recouvert avec un cylindre de verre mince, concentrique, aussi rapproché que possible, dont la surface intérieure était libre et la surface extérieure revêtue avec une feuille d'étain (armature externe).

» Le système des deux cylindres a été recouvert d'une cloche, pour éviter la poussière. L'armature interne a été mise en communication avec le pôle positif d'une pile formée de cinq éléments Leclanché; l'armature externe, avec le pôle négatif; de telle façon qu'il existait une différence de potentiel constante entre les deux armatures d'étain séparées par les deux épaisseurs de verre, par la lame d'air interposée, enfin par le papier ou la dextrine appliqués sur l'un des cylindres.

» J'ai dosé l'azote dans le papier et dans la dextrine (en opérant sur 2 grammes de matière sèche) avant l'expérience; ce qui a fourni, sur 1000 parties :

Papier	0,10
Dextrine	0,12

» Au bout d'un mois (novembre), ayant opéré d'abord avec un seul élément Leclanché, j'ai trouvé :

Papier	0,10
Dextrine	0,17

Il s'était développé des moisissures.

» La variation étant nulle pour le papier, très-faible pour la dextrine, j'ai poursuivi avec cinq éléments Leclanché, pendant sept mois, la température extérieure s'étant élevée peu à peu jusqu'à atteindre par moments 30 degrés.

» On a encore observé des moisissures.

» Au bout de ce temps j'ai trouvé en azote, sur 1000 parties :

Papier	0,45
Dextrine	1,92

L'intervalle des deux cylindres était d'environ 3 à 4 millimètres.

» Un autre essai, poursuivi simultanément avec un intervalle à peu près triple entre deux autres cylindres, a fourni en azote, sur 1000 parties :

Papier	0,30
Dextrine	1,14

» Toutes ces analyses concourent à établir qu'il y a fixation d'azote sur

le papier et sur la dextrine, c'est-à-dire sur les principes immédiats non azotés des végétaux, sous l'influence de tensions électriques excessivement faibles. Les effets sont provoqués par la différence de potentiel existant entre les deux pôles d'une pile formée par cinq éléments Leclanché, différence tout à fait comparable à celle de l'électricité atmosphérique agissant à de petites distances du sol.

» L'influence des moisissures observées dans le cours des expériences ne saurait être invoquée, car M. Boussingault a démontré, par des analyses très-précises, que ces végétaux ne possèdent pas la propriété de fixer l'azote atmosphérique.

» La lumière ne jouait aucun rôle dans les essais précédents, où la fixation de l'azote s'effectue au sein d'une obscurité absolue. D'autres essais, exécutés dans des espaces transparents, ont montré que la lumière n'entrave pas d'ailleurs la fixation électrique de l'azote. Insistons d'abord sur le mécanisme physique en vertu duquel de tels effets, c'est-à-dire la fixation lente de l'azote et la formation lente de l'ozone, se trouvent accomplis.

» Dans mes expériences, on peut concevoir les effets observés, en admettant que la différence de potentiel qui existe entre les deux armatures détermine l'orientation des molécules du gaz interposé : phénomène que l'on pourrait assimiler à l'électrisation du gaz.

» Dans certaines de ces expériences, telles que la formation de l'ozone, formation endothermique d'après les mesures que j'ai publiées (*Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 1281), il y a consommation d'énergie : cette énergie est fournie probablement par la pile, c'est-à-dire qu'il doit se produire un flux électrique très-lent, destiné à maintenir l'orientation des molécules gazeuses. Cependant on n'observe pas ici d'effets qui soient strictement comparables au courant voltaïque et aux électrolyses qui l'accompagnent.

» Revenons maintenant sur les applications que ces études peuvent offrir dans l'explication des phénomènes observés en Agriculture.

» Les réactions que je viens de décrire sont, je le répète, déterminées par des tensions électriques très-faibles et d'un ordre de grandeur tout à fait comparable à celui de l'électricité atmosphérique; ainsi qu'il résulte des mesures publiées par M. Mascart et par divers autres expérimentateurs. Je rappellerai encore que j'ai établi précisément qu'il y a fixation d'azote sur les matières organiques sous la seule influence de l'électricité atmosphérique.

» Ces actions ne sauraient être d'ailleurs que très-limitées; autrement les matières humiques du sol devraient s'enrichir rapidement en azote :

tandis que la régénération des matières azotées naturelles, épuisées par la culture, est, au contraire, comme on le sait, excessivement lente.

» Cependant elle est incontestable ; car on ne saurait expliquer autrement la fertilité indéfinie des sols qui ne reçoivent aucun engrais, tels que les prairies des hautes montagnes, étudiées par M. Truchot en Auvergne. Je rappellerai, en outre, que MM. Lawes et Gilbert, dans leurs célèbres expériences agricoles de Rothamsted, arrivent à cette conclusion : que l'azote de certaines récoltes de légumineuses surpasse la somme de l'azote contenu dans la semence, dans le sol, dans les engrais, même en y ajoutant l'azote fourni par l'atmosphère sous les formes connues d'azotates et de sels ammoniacaux : résultat d'autant plus remarquable qu'une portion de l'azote combiné s'élimine d'autre part en nature pendant les transformations naturelles des produits végétaux. Les auteurs en ont conclu qu'il devait exister dans la végétation quelque source d'azote, demeurée jusqu'à présent inconnue. C'est précisément cette source inconnue d'azote qui me paraît indiquée dans mes expériences sur les réactions chimiques provoquées par l'électricité à faible tension et spécialement par l'électricité atmosphérique.

» Comparons encore les données quantitatives de mes expériences à la richesse en azote des tissus et organes végétaux qui se renouvellent chaque année. Les feuilles des arbres renferment environ 8 millièmes d'azote ; la paille de froment, 3 millièmes à peu près. Or l'azote fixé sur la dextrine dans mes essais, au bout de 8 mois, s'élevait à 2 millièmes environ, c'est-à-dire qu'il s'était formé une matière azotée d'une richesse à peu près comparable à celle des tissus herbacés, que la végétation produit dans le même espace de temps.

» On voit que les questions soulevées par ces expériences au point de vue physique, chimique, physiologique, sont d'une étendue presque illimitée. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note au sujet de l'expérience du Dr Bastian, relative à l'urine neutralisée par la potasse;* par M. **Pasteur**.

« Cette expérience consiste, comme on le sait, à porter de l'urine acide normale à l'ébullition, puis une solution de potasse (en volume dosé pour la neutralisation du volume d'urine employé) est également portée à l'ébullition ; après refroidissement, les deux liquides sont mélangés, et le mélange placé dans une étuve à 50 degrés. Le Dr Bastian obtient alors, dans un intervalle de deux ou trois jours, certaines espèces de bactéries dans le liquide. Sa conclusion est qu'il a trouvé les conditions physico-chimiques de la génération spontanée de ces organismes inférieurs.

» Cette expérience comporte trois causes d'erreur. Les germes peuvent venir de l'urine; l'ébullition à 100 degrés ne suffit pas pour priver de vie les germes de certaines bactéries, quand l'urine est neutre, légèrement alcaline ou faiblement acide.

» Les germes peuvent venir de la solution de potasse, germes apportés par l'eau qui a servi à faire la dissolution et qui ne sont pas détruits à la température de 100 degrés.

» La troisième cause d'erreur peut être fournie par les vases dont on se sert. Puisqu'il est démontré aujourd'hui par les expériences que j'ai publiées en collaboration avec M. Joubert, le 29 janvier dernier, que les eaux qui sortent du sol à l'état de source et qui sont prises à la source même sont les seules qui ne contiennent pas de germes de bactéries, il en résulte que tout vase de verre lavé avec l'eau d'un laboratoire quelconque est recouvert de germes que cette eau a abandonnés, pendant que le vase était mis à égoutter et à sécher après son lavage. J'ajoute que nous avons démontré, en outre, que, parmi ces germes, il en est qui peuvent supporter à l'état sec une température de 120 à 130 degrés pendant plusieurs minutes et 100 degrés au moins à l'état humide.

» M. Bastian se sert toujours d'une urine normale, sensiblement acide, et il ne repousse pas l'emploi d'une dissolution de potasse chauffée à 110 et 120 degrés pendant plusieurs minutes; en conséquence, les deux premières causes d'erreur que je viens de mentionner sont complétement écartées. Reste la troisième, à laquelle M. Bastian n'a point songé, c'est du moins ce qu'il m'a dit itérativement.

» M. le Dr Bastian doit donc obtenir des bactéries, puisqu'il en apporte par les vases. Il pourrait ne pas voir apparaître ces organismes, soit dans le cas où il se servirait, à son insu, de vases qui n'auraient pas été lavés depuis qu'ils sont sortis de la verrerie où ils ont été fabriqués, soit quand, par les circonstances mêmes des manipulations de son expérience, il ferait périr, à son insu encore, tous les germes qui sont à la surface de ses vases. M. le Dr Bastian a bien voulu me confier, en effet, que son expérience, telle qu'il la fait, tantôt donne des bactéries, tantôt n'en donne pas, ce qui suffit, suivant moi, pour infirmer la conclusion qu'il a déduite de ses expériences. Toute cause d'erreur bénéficie, en effet, au résultat de son expérience. Dans ces sortes d'études, le résultat positif est celui qui ne donne pas d'organismes, et le résultat négatif est celui où l'on en rencontre.

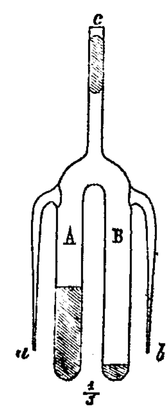
» Voici la suite des opérations par lesquelles j'ai passé successivement pour reproduire l'expérience du Dr Bastian, en présence de MM. Dumas, Boussingault et Milne Edwards. En opérant comme je vais le dire, l'expé-

rience réussit cent fois sur cent, mille fois sur mille, c'est-à-dire que jamais elle ne donne des bactéries :

» Recueillir l'urine dans un vase qui a été flambé et qu'on a bouché avec un tampon de coton pendant son refroidissement.

» 40 à 50 centimètres cubes d'urine sont portés dans l'eau bouillante pendant dix minutes.

» Prendre le titre acide de cette urine après son refroidissement. Introduire dans le tube à deux effilures, de la forme ci-jointe et flambé, un volume connu de solution de potasse correspondant à 15 centimètres cubes de l'urine dont l'acidité a été dosée.



» Fermer le tube à deux effilures au-dessus du tampon de coton avec la lampe d'émailleur.

» Porter ce tube dans le bain de chlorure de calcium à 110 degrés pendant dix minutes. Laisser refroidir et laver le tube extérieurement pour enlever le chlorure de calcium adhérent.

» Couper le haut de la branche du tube au-dessus du coton. Aspirer 17 à 18 centimètres cubes d'urine dans la branche ne contenant pas la potasse.

» Plonger dans l'eau bouillante à 100 degrés pendant dix minutes. Laisser refroidir.

» Faire passer 15 centimètre cubes de l'urine dans la branche à potasse; il reste ainsi 2 à 3 centimètres cubes d'urine non mélangée à la potasse et qui servent de témoin, afin de savoir si l'urine a bien été stérilisée par la température qu'on lui a fait subir; je le répète, ceci arrive toujours pour l'urine ayant une acidité convenable (¹).

» Porter le tube dans une étuve à 50 degrés.

» Résultat : jamais d'organismes formés. »

(¹) C'est-à-dire avec une urine qui exige environ 1 à 2 centimètres cubes d'eau de

GÉOLOGIE. — *Terrains tertiaires de la Hongrie* (suite); par MM. **Hébert** et **Munier-Chalmas** (1).

IV. — *Couches à* Nummulites striata, *d'Orb.*

« Ce nouveau système, dont la superposition au précédent est partout facile à constater, est très-développé aux environs de Tokod, Dorogh, Bajna, Piske, etc.

» C'est un massif puissant de grès, d'argile et de marne, en général d'origine marine ou saumâtre, mais renfermant aussi, comme à Labatlan, quelques couches lacustres d'argile à cyrènes et de lignite.

» Dans ces diverses localités, les fossiles sont très-abondants. Les espèces les plus communes sont les suivantes :

Fusus roncanus, Brongn.	*Bayania lactea*, Lamk, sp.
Pyrena combusta, Brongn.	*Diastoma costellata*, Lamk. sp.
Cerithium calcaratum, Brongn.	*Corbula gallicula*, Desh.
» *corvinum*, Brongn.	» *exarata*, Desh.
Strombus Tournoueri, Bayan.	*Cytherea tokodensis*, M. Ch.
Turritella vinculata, Zitt.	*Crassatella plumbea*, Desh.
Nerita schmiedelliana, Chemn.	*Ostrea supranummulitica*, Zitt.

On y trouve aussi plusieurs espèces de Polypiers. Dans quelques localités, la *Nummulites striata* forme à elle seule d'épaisses couches. Les Échinodermes manquent ou sont très-rares. Quelques rares *Nummulites perforata* se montrent encore dans les couches inférieures de ce système; mais elles disparaissent vers la partie moyenne.

» L'assise à *Nummulites striata* est directement recouverte par les couches à *N. Tchihatcheffi*, d'Arch., *Orbitoides radians*, d'Arch., *Serpula spirulæa*, Lamk., etc.

» Dans la Bakony, à Ajka, les couches à *Nummulites striata* paraissent

---

chaux (saturée à la température ordinaire) pour 20 centimètres cubes d'urine, la neutralité étant obtenue avec certains papiers de tournesol. Si l'on se sert des papiers bleu tournesol et jaune curcuma anglais (tels que M. Bastian nous les a remis), on n'a la neutralité de l'urine qu'avec 5 à 7 centimètres cubes d'eau de chaux, alors qu'on l'obtient déjà pour d'autres papiers de tournesol en employant 1 à 2 centimètres cubes de cette même eau de chaux. Pour certains papiers (papiers anglais), la neutralité correspond sensiblement à l'apparition (dans l'urine qu'on neutralise par l'eau de chaux) d'un très léger trouble floconneux. Ces diverses sortes de papier donnent les mêmes limites avec les sels minéraux à acides forts.

(1) Voir *Comptes rendus*, p. 122 de ce volume, séance du 16 juillet 1877.

manquer, tandis que le système de la *N. perforata* est beaucoup plus déve loppé que dans le district de Gran. Dans la première région, il présente une division supérieure qui fait défaut dans la dernière. On y trouve en abondance l'*Ostrea gigantea* et un gros Spondyle. En outre, aux quatre espèces de Nummulites du niveau inférieur viennent s'ajouter quelques spécimens de l'assise suivante, la *N. Tchihatcheffi*, des Orbitoïdes, la *Serpula spirulæa*. On y constate aussi la présence de la *Nummulites striata*. Il y a donc ici un lien très-intime entre les diverses assises, tant au point de vue paléontologique qu'au point de vue stratigraphique, et il ne paraît pas y avoir de lacune ni dans l'une ni dans l'autre des deux contrées. Il semble plus naturel d'admettre que la *Nummulites perforata* et les espèces qui l'accompagnent ont continué à pulluler en Bakony, pendant qu'ailleurs se développait la *Nummulites striata*, et sa faune de Mollusques caractéristiques, qui présente les plus grands rapports avec celle des couches à Cérites de Ronca.

V.

a. — Couches à Nummulites Tchihatchetti, *d'Arch.*

» Ce système, qui devient un quatrième horizon de Nummulites, repose, comme nous l'avons dit, dans le district de Gran, sur les couches à *N. striata;* en Bakony, sur la partie supérieure de l'assise à *N. perforata*. Il est formé, près d'Ajka, de Tokod et de Bajna (Domonkos), de calcaires compactes ou argileux, avec marnes intercalées, et quelquefois de grès (Labatlan).

» Ces couches sont pétries de Nummulites et surtout d'Orbitoïdes; les autres classes de fossiles sont mal représentées. Des algues calcaires, qui commencent déjà à se montrer dans l'horizon nummulitique le plus inférieur (*Numm. Hantkeni*), deviennent ici très-abondantes et sont surtout représentées par le genre *Lithothalmium*.

» La faune de ce système est très-différente de celle des couches inférieures. Les principales espèces, en raison de leur abondance, sont :

Serpula spirulæa, Lam.
» *bakonica*, M. Ch.
Terebratulina semistriata, Leym.
Bourgueticrinus Thorenti, d'Arch.
Nummulites Tchihatcheffi, d'Arch.
» *complanata*, Lamk.
Orbitoides dispansa, Sow.
Orbitoides papyracea, Boubée.
» *aspera*, Gumbel.
» *patellaris*, Schloth.
» *radians*, d'Arch.
» *stellata*, d'Arch.
» *tenuicostata*, Gumbel.
Clavulina cylindrica, Hantk.

b. — Calcaires de Bude et marnes à Clavulina Szaboi, *Hantk.*

» Au-dessus des couches précédentes viennent des calcaires blancs compactes, également pétris d'Orbitoïdes, et très-développés aux environs de Bude. Les Nummulites y sont relativement rares, mais les Operculines et les *Lithothalmium* abondent dans certains bancs. On y trouve aussi assez communément un Crustacé du genre *Ranina*.

» Ces calcaires, qui, minéralogiquement et paléontologiquement, sont la continuation des précédents (V, *a*), deviennent marneux en conservant la même faune sur une grande épaisseur. Certains bancs sont couverts de Bryozoaires. On passe insensiblement des calcaires marneux à des marnes plus ou moins micacées, exploitées près de Bude pour les tuileries. Les Orbitoïdes ont alors disparu, mais on y rencontre en grande quantité la *Clavulina Szaboi*, Hantk., des Robulines et quelques Mollusques, parmi lesquels :

Ostrea Brongniarti, Bronn.,	*Lucina Bœcki*, Hofm.,
Pecten semiradiatus, Mayer,	*Chenopus Hœringensis*, Gumb.,
» *Thorenti*, d'Arch.,	*Macropneustes Hantkeni*, Pavay,

et des empreintes végétales appartenant aux Dicotylédones et aux Conifères.

» On voit, sans qu'il soit nécessaire d'insister, que ce cinquième système représente exactement les couches de Priabona et celles des falaises de Biarritz, c'est-à-dire qu'il appartient à l'éocène supérieur.

» Ici se termine la série nummulitique de la Hongrie. Les couches qui viennent au-dessus des marnes de Bude ne paraissent plus renfermer de Nummulites, bien qu'elles appartiennent, comme nous le verrons, à une époque qui suit immédiatement celle pendant laquelle ces marnes se sont déposées.

» *Conclusion.* — Il résulte de ce qui précède : 1° que le terrain nummulitique de la Hongrie présente cinq assises distinctes par leurs faunes comme par leur position stratigraphique ; 2° que ces cinq assises appartiennent au terrain éocène, et qu'elles montrent d'une manière très-nette la succession de quatre horizons bien caractérisés de Nummulites.

VI.

a. — Couches à Cyrena convexa, *Brongn.* (C. semistriata, *Desh.*).

» M. Hantken a fait voir qu'à Sárisáp et à Dorogh (environs de Gran), les marnes de Bude à *Clavulina Szaboi* sont directement recouvertes par des

argiles associées à des lits de calcaires et de grès, où abondent :

Cyrena convexa, Brongn.,	*Cerithium plicatum*, Brug.,
Psammobia, sp.,	» *margaritaceum*, Brocc.,
Congeria Brardi, Brongn.,	*Bithinia*, sp.

» Cette assise renferme des lignites exploités à Sárisáp, etc. On y a trouvé des fragments de mâchoires d'*Anthracotherium magnum*.

» Ces dépôts constituent une formation d'eau douce et d'eau saumâtre avec quelques couches marines plus rares. Près de Nagy-Sap, dans des couches argilo-sableuses qui paraissent être immédiatement supérieures, on trouve :

Melanopsis Hantkeni, Hofm.,	*Natica crassatina*, Desh.,
Cerithium plicatum,	*Nassa*, sp.
» *margaritaceum*,	

b. — Sables à Cyprina rotundata, *Al. Braun, et* Pectunculus obovatus, *Lam.*

» Les couches précédentes sont recouvertes par un dépôt de sable argileux assez puissant, renfermant des lits de fossiles bien conservés (Terek-Balint près de Buda-Pest), parmi lesquels les plus abondants sont :

Panopæa Heberti, Bosq.,	*Cytherea incrassata*, Lk.,
Pholadomya Pushii, Goldf.,	*Pectunculus obovatus*, Lamk.,
Cyprina rotundata, Al. Braun.,	*Dentalium Kickxi*, Nyst.,
Tellina Nystii, Desh.,	*Natica crassatina*, Desh.

» Il est remarquable de trouver à une aussi grande distance du bassin de Paris deux assises qui représentent de la façon la plus évidente les deux premières divisions de notre miocène inférieur : les argiles à *Cyrena convexa* et les sables d'Étampes et de Fontainebleau. Des deux côtés, en Hongrie comme en France, c'est la même succession de sédiments vaseux d'abord, avec une faune lacustre ou saumâtre, puis sableux, avec une faune exclusivement marine, et les principaux fossiles sont les mêmes dans les deux contrées.

» Dans le Limbourg belge et dans le bassin de Mayence, ces deux faciès se présentent également, mais dans un ordre inverse. Les dépôts ont d'abord été sableux et marins, et c'est plus tard qu'ils sont devenus argileux et saumâtres.

» La faune marine et la faune saumâtre sont donc étroitement liées [1];

---

[1] On remarquera d'ailleurs que ces deux faunes renferment des espèces communes (*Natica crassatina*, *Cerithium plicatum*, etc.).

elles ont été contemporaines et ne forment en réalité qu'un seul ensemble appartenant à une même grande époque.

» Ce n'est pas la première fois que nous insistons sur la liaison intime des argiles à *Cyrena convexa* avec les sables de Fontainebleau, malgré le calcaire de Brie qui sépare ces assises dans une grande partie du bassin de Paris. Nous revenons ainsi à la ligne de démarcation établie par Al. Brongniart entre son premier et son deuxième terrain marin. La Direction de la *Carte géologique détaillée de la France* a cru devoir transporter cette ligne de démarcation au-dessus du calcaire de Brie; c'est une décision que nous regrettons vivement, et que nous voudrions voir modifier au plus tôt, dans l'intérêt de la Science, et aussi pour rendre au père de la Géologie française l'hommage auquel il a droit.

» Ainsi donc la mer des sables de Fontainebleau, dont l'un de nous a tracé, il y a plus de vingt ans, le contour dans le nord de l'Europe, s'est étendue sur une grande partie de la Hongrie; elle y a déposé des sédiments de même nature, dans lesquels ont été enfouis de nombreux débris de Mollusques, appartenant aux mêmes espèces, qui vivaient sur les rivages de cette mer, en Hongrie, aussi bien qu'en France, dans le Luxembourg et la vallée du Rhin, transformée alors en un long fjord.

» La différence profonde qui existe entre ces dépôts et ceux qui sont au-dessous, c'est-à-dire le système des couches à Orbitoïdes de Bude et de Biarritz, justifie complétement la classification qui considère ces derniers comme appartenant à l'éocène supérieur, plaçant à la base du miocène les couches qui les recouvrent.

» Notre sixième système du terrain tertiaire de la Hongrie est donc, dans son ensemble, l'équivalent du groupe entier des sables de Fontainebleau, tel que nous le comprenons, c'est-à-dire depuis les argiles à *Cyrena convexa* inclusivement jusqu'au calcaire de Beauce exclusivement.

» On ne connaît encore, en Hongrie, rien que l'on puisse rapporter au calcaire de Beauce (partie supérieure du miocène inférieur). A Terek-Balint, les couches fossilifères à *Pectunculus obovatus* sont séparées du miocène supérieur à *Tapes gregaria* et *Cerithium pictum* par environ 50 mètres de couches appartenant par leur faune (*Ostrea crassissima, Lucina columbella, Tapes vetula, Pyrula condita, Clypeaster, Echinolampas, Scutella vindobonensis,* etc.) au miocène moyen, c'est-à-dire à l'époque de nos faluns de Touraine.

» Il faut dire, il est vrai, que nous ne connaissons pas la superposition immédiate de ces couches sur celles qui représentent les sables de Fontainebleau.

» Dans une prochaine Communication, nous étudierons la série tertiaire du Vicentin. La connaissance préalable de la série hongroise sera, comme on le verra, d'un grand secours pour établir l'ordre chronologique de certaines couches ».

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des arbres.* Note de M. TH. DU MONCEL.

« Dans ma dernière Note sur la transmission électrique à travers le sol par l'intermédiaire des arbres, je me suis déjà un peu occupé de la question qui fait le sujet de cette nouvelle Note, mais je m'étais abstenu de donner les nombres représentant la résistance des différentes espèces d'arbres, parce que les expériences que l'on doit faire à cet égard sont tellement délicates et présentent tant de difficultés matérielles, qu'il m'a paru nécessaire de les répéter plusieurs fois avant de conclure. Il faut en effet, pour obtenir des mesures comparables, opérer toujours par un même temps et dans des conditions expérimentales identiques; or le transport successif de toute une installation galvanométrique et électrique dans le voisinage des arbres que je voulais étudier entraînait des réglages différents de l'instrument et une agitation fréquente des liquides de la pile, qui se traduisaient par des irrégularités forcées dans les actions exercées sur l'instrument, et par suite dans les déviations observées. Pour qu'on puisse se faire une idée des perturbations que peuvent produire, dans les indications galvanométriques, ces réglages différents de l'instrument et ces agitations de la pile, il me suffira de dire que, pour une même résistance de circuit et avec la dérivation galvanométrique de 8 kilomètres employée dans toutes mes expériences, j'ai pu obtenir 1 et 2 degrés de différence dans les indications fournies, par le seul fait d'une différence de calage de l'instrument ou d'un changement de hauteur du système astatique sur le multiplicateur. Ainsi, par exemple, une déviation constante de 47 degrés, qui était observée avec l'appareil parfaitement calé tombait à 45°,5 avec un calage imparfait et bien que l'aiguille pût se mouvoir librement autour du cadran. D'un autre côté, l'agitation d'une pile, même d'une pile constante comme celle de Daniell, peut diminuer aussi de 2 ou 3 degrés l'intensité du courant qu'elle fournit, et, quand les liquides de cette pile ne sont pas complétement saturés de sulfate de cuivre ou que la solution n'est pas homogène dans toutes ses parties, ce qui arrive souvent quand la pile est un peu épuisée et est restée longtemps en repos, l'agitation augmente l'intensité électrique dans une très-grande

proportion. Il en résulte que les mesures effectuées ainsi à différentes stations ne sont pas parfaitement comparables, et je m'en suis aperçu souvent en comparant les mesures prises sur place à celles obtenues dans le laboratoire, lesquelles mesures, pour une même déviation, fournissaient des chiffres très-différents. Néanmoins, en choisissant parmi les observations faites sur un même arbre celles dont les résultats étaient les plus concordants, j'ai pu former le tableau que je donne plus loin et qui permet de se faire une idée assez nette de la conductibilité relative des différentes espèces d'arbres.

» Il y a aussi des précautions à prendre pour obtenir de bonnes observations. Sans parler de la vérification des contacts des fils avec les boutons d'attache de la pile, qui se dévissent souvent pendant les transports, et des contacts des chevilles du rhéostat, qui doivent être assurées en les tournant fortement dans leurs trous, il est des conditions essentielles pour l'organisation des électrodes sur les arbres, sans lesquelles les résultats pourraient être entachés d'erreurs. Ainsi il faut que la fente faite à la scie pénètre jusque dans l'aubier de l'arbre et que *le bouton d'attache adapté aux lames de platine ne touche pas l'entaille*, sans quoi on pourrait avoir des courants locaux provenant de l'intervention de métaux différents qui masqueraient les courants de l'arbre; il faut aussi assurer le bon contact des lames par des coins de bois introduits dans les entailles. Enfin il est nécessaire que, avant chaque expérience, *les deux électrodes soient dépolarisées*, soit en les faisant rougir à la lampe à alcool, soit en les trempant dans l'eau pure et les essuyant après.

» Dans les expériences que j'ai entreprises, je n'ai cherché à déterminer que la résistance de l'arbre entre deux électrodes de platine de 9 centimètres carrés de surface, adaptées au haut et au bas de l'arbre, à une distance respective de $6^{m},44$, et l'électrode du bas était placée à 5 centimètres au-dessus du sol. Je commençais par mettre ces deux électrodes en rapport direct avec le galvanomètre afin de mesurer les courants locaux. *Ces courants sont*, comme je l'ai déjà dit, *presque toujours dirigés de l'entaille du haut de l'arbre à l'entaille du bas à travers le galvanomètre* (1), ce qui leur suppose

(1) Il arrive cependant quelquefois que l'on obtient des courants locaux en sens inverse, mais cela tient alors à ce que le pied de l'arbre a conservé une certaine humidité ou à la présence de mousses ou de lichens qui l'enveloppent. Quand le temps est légèrement pluvieux, les courants locaux sont souvent dirigés du bas de l'arbre au haut (à travers le galvanomètre).

une direction inverse à travers l'arbre. C'est ce que M. Becquerel avait déjà observé dans ses recherches sur *les courants développés par les végétaux*. Ils sont plus ou moins intenses, suivant les espèces d'arbres, mais ils ne sont pas persistants, ce qui tient sans doute au desséchement successif des entailles dans lesquelles les lames sont introduites. Ainsi le courant local déterminé par un érable a fourni une déviation primitive de 20 degrés, qui s'est réduite promptement à 13, puis à 10, où elle s'est maintenue quelques instants. Au bout d'une demi-heure, elle n'était plus que de 6 degrés; au bout d'une heure, de 4, et elle est devenue nulle au bout d'une heure et demie.

» Ces courants locaux n'impressionnent pas sensiblement le galvanomètre quand il est muni d'une dérivation peu résistante, et je n'ai jamais pu en trouver des traces bien marquées avec la dérivation de 8 kilomètres employée dans mes expériences; mais il n'en est pas de même des courants de polarisation qui, avec cette dérivation, pouvaient fournir une déviation de 8 à 10 degrés, même avec des courants primaires faibles, et des arbres d'une résistance assez considérable, comme l'érable. Il en résulte que, quand, après avoir fait traverser un arbre par un courant, on vient à renverser le sens de celui-ci, la déviation fournie est toujours plus considérable que la déviation primitive. Mais elle s'atténue assez promptement, et, au bout d'un temps plus ou moins long, elle revient au chiffre primitivement trouvé auquel elle se tient. Ainsi, par exemple, si l'on fait passer à travers l'érable, dont il a été parlé dans ma précédente Note, le courant d'une pile de Daniell de trois éléments, on trouve, avec la dérivation de 8 kilomètres, une déviation de $+47°$, restant assez constante. Le courant de polarisation résultant fournissait, avec cette dérivation, une déviation de $-10°$ et de $-74°$ sans la dérivation. Quand on est venu à renverser le courant, la déviation est devenue $-52°$; mais elle s'est affaiblie successivement, et, quand elle a atteint le chiffre $-47°$, elle s'y est maintenue pendant plus d'une heure. On peut donc conclure de ces expériences que *l'on ne doit avoir égard, dans le genre de recherches dont nous parlons, qu'à la première déviation constante observée*. L'expérience avec le courant en sens inverse ne peut servir que comme moyen de contrôle et pour donner une idée des effets de la polarisation des lames.

» Une remarque assez intéressante que je dois faire à ce sujet est que ces effets de polarisation n'influent sensiblement sur les déviations galvanométriques que quand le courant électrique a peu de tension. Quand la pile est relativement forte, ils sont tellement faibles par rapport au courant

voltaïque et aux résistances qu'ils doivent alors traverser, qu'ils s'effacent, et le plus souvent, au lieu d'une augmentation d'intensité, on ne constate, à la suite de l'inversion, qu'un affaiblissement. J'ai déjà parlé de ces effets dans mon Mémoire *Sur la conductibilité des corps médiocrement conducteurs*, p. 52-54 (voir les *Annales de Chimie et de Physique*). Il vaut donc mieux, dans les recherches dont nous parlons, employer une pile un peu intense. Toutefois, pour des raisons de commodité, je n'ai mis à contribution qu'une pile de trois éléments de Daniell, et voici maintenant les chiffres que j'ai obtenus pour représenter la conductibilité des 48 espèces d'arbres que j'avais à ma disposition et que j'ai expérimentés par un temps exceptionnellement beau du mois de juillet. Ces arbres étaient placés à peu près dans les mêmes conditions de plantation, et la différence des résistances qu'ils présentent ne peut guère être attribuée qu'à leur nature et à la composition différente de leur suc.

Arbres (¹) (longueur, 6m,44).	Circonférence de l'arbre à 1m de haut.	Circonférence de l'arbre à la lame du haut.	Déviations d'après les dérivations observées.		Dérivations observées sur place.	Courants locaux.	Résistance de l'arbre.
	m	m	°	°	m	°	km
Orme à larges feuilles...	1,70	1,38	+66	−67	5700	+18+22	1431,184
Sapin vigoureux......	1,75	1,43	+64	−66	5000	+40	1634,424
Marronnier...........	0,91	»	+63	−65	4800	+68	1694,122
Orme ordinaire.......	1,13	»	+63	−62	4800	+64	1694,122
Orme à tronc lisse.....	2,15	1,00	+61	−62	4400	+47	1855,655
Châtaignier...........	2,00	1,76	+60 ½	−64	4200	+48	1939,488
Tilleul..............	1,21	»	+60	−62	4100	+47	1988,603
Peuplier.............	1,32	»	+59	−64	3900	−33	2090,736
Sycomore...........	1,34	»	+59	−63	3900	−54	2090,736
Noyer J.............	0,81	»	+58	−63	3700	+74	2203,083
Sophora.............	1,86	1,46	+58	−68	3700	+ 6−10	2203,083
Vernis du Japon......	1,47	1,10	+57	−60	3600	+44+38	2243,937
Frêne à feuilles de saule.	1,45	1,20	+53	−48	3000	+49	2711,018
Tulipier.............	1,55	»	+50 ½	−56	2695	+39	3030,289
Pommier (5m)........	1,15	0,43	+50	−54	2600	+42	3130,053
Érable d'Amérique....	1,30	1,04	+49	−61	2500	−15	3252,120
Alizier..............	1,27	1,05	+49	−59	2500	+10	3252,120
Platane..............	1,70	»	+48	−51	2400	+32	3384,359
Hêtre pourpre........	1,56	1,25	+48	−57	2400	+43	3384,359
Cèdre du Liban.......	1,70	»	+47	−53	2300	+67	3534,908

(¹) Les lettres V et C qui suivent les noms de certains arbres veulent dire *vieux* et *chétifs*, et la lettre J désigne les arbres *jeunes* et *vigoureux*.

Arbres (longueur, 6m, 44).	Circonférence de l'arbre à 1m de haut.	Circonférence de l'arbre à la lame du haut.	Déviations d'après les dérivations observées.		Dérivations observées sur place.	Courants locaux.	Résistance de l'arbre.
	m	m	o	o	m		km
Pin maritime J........	1,45	1,05	+47	−57	2300	+63	3534,908
Charme..............	1,42	0,87	+47	−52	2300	+10	3534,903
Paulawnia	2,09	»	+47	−49	2300	»	3534,908
Acacia	1,60	»	+46	−49	2200	+32	3689,526
If (6m).............	1,31	0,45	+46	−52	2200	+52	3689,526
Cèdre de Virginie J....	1,44	0,85	+46	−52	2200	+ 8	3689,526
Frêne..........	1,10	»	+45	−50	2100	−18	3862,455
Vernis du Japon V.....	1,35	»	+45	−50	2100	+68	3862,455
Chêne ordinaire J.....	1,28	1,04	+45	−54	2100	+22	3862,455
Érable ordinaire.......	1,15	»	+44	−48	2000	−20	4065,900
Poirier V............	1,22	0,70	+44	−47	2000	+20	4065,900
Houx (4m,75)........	0,72	0,41	+42	−43	1800	+38+35	4513,479
Arbre de Sainte-Lucie ..	1,00	0,60	+42	−47	1800	−20	4513,479
Châtaignier V et C.....	0,96	»	+42	−45	1800	+52	4513,479
Hêtre (petit) et C.....	1,11	»	+42	−44	1800	+26	4513,479
Bouleau V....... ...	1,80	»	+40	−47	1700	+38	4777,957
Chêne ordinaire V.....	1,05	»	+40	−36	1700	+22	4777,957
Mélèze V............	1,25	1,05	+40	−44	1700	+38	4777,957
Laurier de Portugal ...	0,90	0,52	+40	−47	1700	+21	4777,957
Pin maritime V.......	1,45	1,05	+40	−43	1700	+34	4777,957
Sorbier..............	0,57	0,41	+39	−45	1600	+17	5083,125
Cytise..............	0,70	0,60	+39	−46	1600	−13	5083,125
Coudrier V..........	1,18	0,70	+39	−46	1600	+25	5383,125
Sapin de Normandie V.	1,34	»	+38	−43	1500	+44	5418,809
Chêne vert...........	1,70	»	+36	−44	1400	incertain	5805,355
Tuya du Canada V (4m).	0,95	0,57	+33	−39	1200	−13	6710,685
Cèdre de Virginie V....	1,61	»	+29	−35	1050	+ 8	7727,910
Buis (2m,10).........	0,29	0,15	+23	»	650	+38	12511,867

» On voit par ce tableau que, conformément à ce que j'avais annoncé dans ma précédente Note, ce sont les bois mous, à tissu spongieux et à végétation vigoureuse, comme l'orme, le marronnier, le tilleul, le peuplier, le châtaignier, qui sont les plus conducteurs, et que ce sont les bois durs et à végétation lente qui sont les plus résistants. Le bouleau cependant fait exception à cette dernière conclusion. On voit, du reste, que l'ordre de conductibilité de ces bois ne s'éloigne pas beaucoup de celui que nous avons assigné à ces mêmes bois, quand ils sont secs et exposés à l'humidité; cet ordre est en effet le suivant : 1° châtaignier; 2° tilleul; 3° orme;

4° hêtre; 5° sapin blanc; 6° peuplier; 7° noyer; 8° platane; 9° if; 10° pommier; 11° acacia; 12° chêne; 13° cèdre de Virginie; 14° cytise.

» On remarquera que, la force électro-motrice de la pile ne figurant pas dans la formule que nous avons donnée pour le calcul de la résistance des arbres, les dérivations galvanométriques qui servent pour ces déterminations peuvent être considérées comme des éléments de calculs à peu près invariables, quelle que soit la pile que l'on emploie; de sorte que l'on peut, par leur intermédiaire, déterminer approximativement les déviations que fourniraient les courants des différentes piles en traversant ces arbres, sans pour cela mettre ces piles en essai. Les expériences faites sur le tulipier en sont un exemple frappant. Ces expériences avaient été, en effet, faites avec une pile a bichromate de potasse à écoulement continu de six éléments, et la déviation fournie avec la dérivation de 8 kilomètres était + 78°. Or la dérivation du système rhéostatique nécessaire pour fournir cette déviation était 2700 mètres, ce qui conduisait à une résistance de 3030^{km},289. Cette résistance place donc, à ce point de vue, le tulipier entre le frêne à feuilles de saule et le pommier, pour lesquels les déviations observées avec le courant de la pile de Daniell de trois éléments étaient 53 et 50 degrés, déviations qui correspondaient à des dérivations galvanométriques de 3000 et de 2600 mètres. Or, en cherchant la valeur de la dérivation d' qui devrait fournir la résistance du tulipier, en supposant l'emploi de la pile de Daniell au lieu de celui de la pile au bichromate, et en la déduisant de l'équation

$$x = \frac{d}{d'}(r + \mathrm{R})\frac{g + d'}{g + d} - r,$$

qui donne

$$d' = \frac{gd(r + \mathrm{R})}{(x + r)(g + d) - d(r + \mathrm{R})},$$

on trouve que cette dérivation devrait être 2695 mètres, ce qui correspond à une déviation comprise entre 50 et 53 degrés, mais beaucoup plus rapprochée de 50 degrés, puisque, en somme, la résistance de 3030^{km},289 ne diffère que peu de la résistance 3130^{km},053, qui correspond à 50 degrés, et qui représente celle du pommier. Or la dérivation employée avec l'autre pile était de 2700 mètres, et la seule différence qui existe entre ce nombre et celui calculé ne provient que de la différence des résistances des deux piles, quantités qui sont les seules variables à figurer dans la formule. Ainsi la déviation fournie par le tulipier était + 78° avec la pile à bichromate de potasse, et devait être d'environ 50° $\frac{1}{2}$ avec la pile de Daniell. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réponse aux observations de M.* Cosson, *sur le projet de mer saharienne;* par M. D'ABBADIE.

« M. Cosson vient de résumer, sous plusieurs points de vue, ses objections contre la création d'un bassin maritime dans la région des chotts. L'Académie me permettra de lui soumettre quelques réflexions à ce sujet.

» 1. En premier lieu, notre confrère n'admet point qu'un pareil bassin puisse changer le climat local. Il me semble téméraire d'émettre cette affirmation jusqu'au jour où l'on pourra présenter, avec leurs détails, les régimes du vent et de l'évaporation, tant en plein Sahara que sur tout le pourtour de cette contrée encore imparfaitement connue.

» Le siroco, cité par M. Cosson comme existant en ces régions, est un vent très-sec venant du sud ou du sud-est. Il est naturel d'admettre qu'en traversant le golfe artificiel des chotts ce vent se chargerait de vapeurs et que, trouvant au nord les monts Aurès sur son passage, il serait arrêté par cet obstacle. Au lieu d'aller jeter alors, sans profit, sa précieuse humidité dans la Méditerranée, il la déposerait sur presque toute la région traversée. On ne saurait renoncer à cette conclusion qu'après avoir vu prouver, par des observations précises, que, dans le pays dont il s'agit, l'évaporation d'une nappe d'eau est nulle sous le vent du siroco.

» Dans l'état actuel de la science météorologique, les probabilités se réunissent pour faire croire qu'un bras de mer dans l'intérieur du Sahara modifierait heureusement la région immédiatement voisine.

» En attendant que le projet de M. Roudaire passe dans le domaine des faits, nous devons remercier M. Cosson d'avoir appelé l'attention de nos colons sur le rétablissement des barrages antiques en Algérie. On ne saurait trop insister sur l'utilité de réservoirs artificiels pour conserver et aménager les eaux qui, dans tout pays chaud, donnent la vie à l'agriculture. On se demande toutefois si les sources et les pluies actuelles suffiraient à alimenter utilement ces réservoirs ou si les lits desséchés de fleuves antiques dans les *ouad* Souf et Igharghaz n'étaient pas entretenus jadis par un climat bien plus humide.

» Quant à la diminution des phosphates du sol, tant en Sicile que dans la province de Constantine, n'est-il pas utile d'étayer cette explication par la citation des expériences précises qui en auraient démontré la réalité?

» 2. La deuxième objection regarde le commerce et M. Cosson fait observer avec raison qu'il est fort réduit dans le Sahara. Faut-il conclure de là

qu'il n'augmentera jamais et que sa grande route ne se dirigera pas vers l'Algérie? Il est bien difficile de maintenir une pareille assertion, car on sait que le commerçant africain, toujours préoccupé de ses gains, ne compte pas avec le temps et que de bien légers avantages au bout de sa route suffisent pour qu'il préfère un marché à un autre. Dans le nord de l'Afrique le commerce prendra son essor quand il sera affranchi des rivalités intestines de tribu à tribu et de leurs douanes locales; il n'est pas rivé pour toujours au Maroc ni à la Tripolitaine. Enfin il en est du commerce comme du drainage agricole : quand on favorise l'écoulement, les produits arrivent par mille petits canaux toujours difficiles à prévoir. Une histoire complète du Sahara, morale autant que graphique, permettrait seule de raisonner avec un peu de sûreté sur une matière aussi compliquée où tant de causes diverses entrent en jeu. On peut au moins admettre que l'ouverture d'une voie navigable sera toujours un attrait pour un commerçant harassé par un long parcours terrestre.

» N'oublions pas qu'avant notre conquête, en 1830, les caravanes du sud se rendaient en Algérie par Ouargla. Il n'est donc pas impossible de rendre au commerce ses errements d'autrefois tout en facilitant ses voyages jusqu'à nos marchés du littoral où les prix de vente et d'achat sont plus avantageux pour les marchands de l'intérieur.

3. Il est encore plus aisé d'être affirmatif quant à la question de salubrité, car on s'appuie sur l'analogie des faits connus. Je citerai ce qui se passe à Muçawwa dans la mer Rouge. La température moyenne de l'année y est de 31 degrés C., c'est-à-dire la plus haute qu'on ait encore observée, et pour gagner un peu de fraîcheur on a construit, comme habitations, plusieurs chambres dont le sol est à quelques décimètres au-dessus de la mer. Il est impossible d'être plus à portée des miasmes, s'il en existe, car un trou dans le plancher, toujours mal joint, permet de puiser de l'eau avec une cuillère quand la marée est haute ou de remuer la vase si la mer est basse. Cependant cette ville, si resserrée et si chaude, n'est pas insalubre. On y citait des centenaires dont l'un a passé une partie de sa vie non loin de là, à Harquyquaw, où la plage a une pente si douce qu'on est toujours forcé d'y débarquer dans l'eau. L'inondation ou l'exondation de cette plage n'a jamais été alléguée comme cause d'une endémie, car il n'en existe point.

» La question est assez importante pour mériter d'être serrée de près, et je demanderai la production de faits probants avant d'admettre que l'eau franchement salée puisse exercer une mauvaise influence sur la santé

de l'homme. Partout où j'ai vu l'action délétère de l'eau dans les pays chauds, au Brésil comme en Afrique, il s'agissait d'eau douce qui s'évaporait lentement. Ce qui se passe autour des chotts confirme cette conclusion. Les eaux des torrents qui s'y rendent ne trouvent ni courant, ni marée, ni une issue quelconque. Elles croupissent sur place et alimentent une végétation luxuriante de roseaux qui, en prolongeant la durée de l'évaporation, la rendent plus délétère. C'est ce qui arrive en été, et non en hiver, comme M. Cosson le dit par mégarde. Dès le commencement du printemps, les indigènes fuient ces lieux empestés qui, vu leur altitude négative, seraient submergés par la mer projetée des chotts. Loin d'être une cause de pestilence, cette mer serait un puissant moyen d'assainissement pour une contrée déshéritée. Si mon savant confrère, qui a dû, comme moi, se préoccuper de la question des miasmes pendant ses voyages en Afrique, n'accepte pas mes convictions à cet égard, il rendra un service réel à l'hygiène en prouvant que l'eau salée est, comme l'eau douce, une source d'infection dans les pays chauds et en montrant pourquoi elle n'en amène pas autour des plages les plus brûlantes de la mer Rouge.

» 4. Il me serait aisé de réfuter les dernières objections de M. Cosson, mais cela m'amènerait à faire de la politique, et il vaut mieux s'en abstenir. »

M. DE LESSEPS, après avoir donné lecture de la Note précédente, au nom de M. d'Abbadie absent de Paris, ajoute :

« M. d'Abbadie, lorsqu'il m'a envoyé cette Note, ne connaissait pas encore un nouvel écrit de M. Naudin, inséré dans le *Compte rendu* de la séance du 9 juillet.

» Je crois donc devoir corroborer les arguments de M. d'Abbadie par le simple énoncé de faits que j'ai personnellement expérimentés.

» M. Naudin a dit :

« Le plus grand des dangers qui menaceront la mer saharienne lui viendra précisément du canal sans lequel elle ne saurait exister. Remarquons bien qu'il ne s'agit pas ici d'un canal de communication entre deux mers situées au même niveau, comme celui de Suez, par exemple, mais d'un canal de remplissage avec un courant dont le volume et la vitesse devront être en proportion de la capacité du bassin à remplir.

» Et plus loin :

» L'eau de mer n'est pas toujours pure; dans les gros temps, les vagues qui s'abattent sur les plages y soulèvent de la vase et du sable et elles se troublent sur une zone plus ou

moins large, suivant la force ou la durée de la tempête. Ces eaux troubles entreront immanquablement dans le canal et iront épaissir la couche de sédiments qui, par d'autres causes, se seront déjà déposés dans la mer intérieure. Le canal lui-même s'ensablera. Il ne faut pas oublier que, si ce canal est un fleuve artificiel, c'est aussi un *fleuve à rebours*, qui tire sa source de la mer au lieu d'y porter ses eaux.

» ... La mer intérieure du Sahara ne sera jamais qu'un bassin fermé dans lequel s'accumuleront sans cesse et sans relâche des dépôts de toute nature... elle s'encombrera inévitablement... L'énorme travail auquel on se serait livré n'aurait donc abouti qu'à créer un immense marais, source de pestilence pour les générations futures. »

» Pendant plusieurs années et dans le cours de nos travaux, le canal de Suez, aboutissant au vaste bassin du lac Timsah, n'avait encore aucune communication avec la mer Rouge ; cependant l'ancien marécage avait disparu, et la mer qui l'avait remplacé était parfaitement pure et claire, comme toutes les mers, y compris la mer Morte dont la salure ne permet pas aux poissons d'y vivre, est d'une limpidité et d'une transparence extraordinaires, tant au milieu que sur les bords. La mer Morte, n'ayant d'autre affluent que le Jourdain, resserrée de tous côtés entre l'embouchure de ce fleuve et le désert, est soumise à une grande évaporation et n'a point de dépôts. Elle a aussi ses tempêtes, comme les bassins du lac Timsah et des lacs Amers, et pourtant ses eaux n'en sont point troublées. En général, le mouvement des vagues lorsqu'elles frappent sur des plages n'entraîne point de débris, car l'inclinaison des plages naturelles, qui est ordinairement de 7 mètres de long sur 1 de hauteur, les met à l'abri des érosions. C'est en imitant la nature que nous avons cherché à établir artificiellement sur plusieurs points du canal de Suez des pentes semblables à celles des rivages de la mer, et nous nous en sommes bien trouvés.

» Les variations de niveau des mers extérieures ou intérieures, provenant de l'évaporation, ne sont pas admissibles, ainsi que l'a si bien constaté le capitaine américain Maury, dans ses recherches sur les courants maritimes, recherches qui font loi aujourd'hui.

» Si la mer intérieure saharienne a des marées, elle se trouvera dans les mêmes conditions que toutes les mers du monde, et notamment du golfe de Gabès, qui jouit du même climat, possède beaucoup de plages plus basses que les plages futures, et dont le littoral est très-salubre.

» Mais il est probable qu'il n'y aura pas de marées sensibles dans la mer intérieure saharienne, parce que l'épanouissement des eaux dans le bassin des chotts, au sortir du canal de communication, amortira le courant. Je citerai, comme exemple, ce qui se passe dans les lacs Amers, où

les marées de la Méditerranée, et même celles de la mer Rouge, se font à peine sentir.

Variation la plus grande du niveau des marées.

	m
De la mer Rouge	3,24
De la Méditerranée	1,14
Du lac Timsah	0,43
Des lacs Amers	0,44

» En se plaçant au point de vue de M. Cosson et de M. Naudin, la mer projetée se trouvera dans de meilleures conditions que le golfe actuel de Gabès, dont personne ne se plaint.

» Il a été dit qu'il serait préférable de creuser, sur le versant sud de l'Aurès, des puits artésiens au lieu de créer une mer intérieure.

» Dans les terres d'alluvion si riches, situées au nord des chotts, on a creusé jusqu'à 250 mètres sans rencontrer la nappe artésienne. D'après M. Ville, il faudrait atteindre 300 à 400 mètres.

» M. Becquerel père a déposé, il y a quelques années, à l'Académie, le procès-verbal de sondages faits par M. Degousée sur les côtes du Sénégal. Il résulte de ces sondages que les terrains situés au-dessous du niveau de la mer ne permettent pas d'obtenir des puits artésiens. C'est également ce qui a été constaté sur la côte égyptienne, à Alexandrie, à Damiette et à Port-Saïd.

» Enfin on a objecté que les dattiers de la région des chotts seraient exposés à disparaître par l'invasion de la mer intérieure. Les oasis qui les produisent sont, d'après les nivellements de M. Roudaire, au-dessus du niveau de la mer, et c'est justement par cette raison qu'elles sont fertiles, autrement elles participeraient à la stérilité des terrains situés au-dessous du niveau de la mer.

» Le voisinage de la mer n'est pas nuisible au dattier, comme le craint M. Cosson. C'est sur les bords de la Méditerranée, dans des terrains salés qui avoisinent le lac Menzaleh, que se recueillent les meilleures dattes de l'Égypte, dont les arbres forment, sur une étendue de plusieurs lieues, une véritable forêt de haute-futaie. En Tunisie, les dattes du littoral sont moins savoureuses que celles du Djérid, parce que ces dernières sont fournies par une variété de dattiers dont la supériorité est renommée.

» Ainsi que je l'ai déjà dit à l'Académie, M. le capitaine Roudaire se prépare à entreprendre l'exploration complémentaire qui lui a été conseillée par le Rapporteur de votre Commission d'examen. Je crois intéressant pour

la science que ses études continuent à être encouragées, afin qu'il puisse les terminer d'une manière définitive.

» Il ne peut d'ailleurs que savoir gré à ceux de nos savants confrères qui ont opposé des objections et prévu des difficultés pour la réussite de son projet.

» Dans une entreprise née viable, mûrie par le temps et par un travail persévérant, il arrive souvent que les obstacles sont les aides du succès. »

GÉOLOGIE. — *Du phénomène ophitique dans les Pyrénées de la Haute-Garonne;* par M. A. LEYMERIE.

« On peut distinguer, dans les gîtes ophitiques de la Haute-Garonne, deux groupes, situés, l'un et l'autre, à la droite du fleuve qui a donné son nom au département. Le plus important de ces groupes dépend des Pyrénées proprement dites; l'autre se montre beaucoup plus bas, dans le canton de Salies, vers la limite qui sépare cette grande chaîne du chaînon marginal, que nous appelons les *petites Pyrénées* et qui a le privilége d'offrir *exclusivement* les terrains supérieurs de la chaîne générale.

» Il est à remarquer que ces deux régions, où s'est produit le phénomène ophitique [1], sont celles où les terrains sont le plus dérangés et modifiés par des causes souterraines, notamment par des forces énergiques qui ont ramené au jour des roches anciennes à la place qui devrait normalement appartenir aux divers membres de la série secondaire.

» *Groupe des Pyrénées proprement dites.* — Dans la Haute-Garonne, le versant nord des Pyrénées offre, dans sa partie la plus élevée, la série régulière des terrains granitiques et paléozoïques, qui se termine, un peu en aval de Saint-Béat, par le grès rouge pyrénéen. Plus loin, au nord, devraient commencer et se développer exclusivement, à un niveau inférieur, les terrains jurassique et crétacé; mais ce n'est pas ainsi que les choses se passent. Un soulèvement exceptionnel vient interrompre l'ordre normal, en faisant surgir et réapparaître, vers le milieu du versant, le granite et les étages du terrain de transition et porter à une hauteur extraordinaire, parallèlement à la chaîne, une zone principalement formée par le calcaire

[1] Dans l'opinion des auteurs de la carte de France, que nous adoptons complétement, le nom d'*ophite*, pris dans un sens général, ne représente pas une roche particulière, mais un phénomène pyrénéen caractéristique, qui se manifeste le plus souvent par l'apparition de roches de couleur verte, qui sont, le plus souvent, la *diorite* et la *lherzolite*.

jurassique superposé aux terrains anciens. Ces derniers surgissent, en effet, en deux endroits de cette zone secondaire surélevée, savoir : dans le bassin de Saint-Béat, notamment à la base du pic du Ger, et plus à l'est, dans le val du Ger, un peu en amont de la petite ville d'Aspet.

» De part et d'autre, c'est-à-dire au sud et au nord de cette zone, on voit descendre de hauts escarpements qui se rendent dans des dépressions linéaires relativement profondes, qui ne sont autre chose que les lignes d'*arrachement* suivant lesquelles cette tranche a été violemment séparée des régions adjacentes, dont l'une, celle du nord, qui est jurassique, occupe un niveau beaucoup plus bas. Or, c'est précisément dans ces lignes ou failles que se montrent les gîtes ophitiques les plus importants. Il nous suffira de citer, du côté sud, les typhons de *Lez*, du col de *Menté*, d'*Eup*, dans la contrée de Saint-Béat, et, du côté opposé, le gîte ophitique de *Cazaunous* et principalement le dôme lherzolitique d'*Arguenos*, auquel on serait tenté d'attribuer la marmorisation du calcaire jurassique de Cagire, qui, au contact, se trouve transformé en un marbre statuaire comparable à celui de Paros (¹).

D'un autre côté, le haut plateau de Porter, au delà du val de Ger, offre des affleurements centraux de diorite et de lherzolite, qui ont une grande importance.

Groupe de la région de Salies. — La grande chaîne des Pyrénées se termine à la Garonne, par une bande de grès vert, peu élevée et médiocrement dérangée, où l'on ne remarque conséquemment aucun typhon d'ophite; mais, si l'on franchit cette limite pour entrer dans la région de Salies, où commencent les petites Pyrénées, on verra reparaître le phénomène, qui s'y est même exercé avec une assez grande intensité, et l'on n'en sera nullement surpris quand une étude attentive du sol y aura fait reconnaître, pour ainsi dire, au ras de terre, des schistes satinés, anciens, morcelés, qui indiquent comme une velléité des forces souterraines tendant à produire encore, dans cette partie basse des montagnes, un relèvement du même ordre que ceux qui, à la base du Ger et au sud d'Aspet, ont fait réapparaître le granite et les étages paléozoïques au sein des calcaires du Jura. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner si les couches crétacées supérieures et celles de l'éocène y portent la trace de nombreuses et profondes perturbations. Il y a là, de

(¹) Ce dôme, qui est enclavé dans le calcaire jurassique sur une longueur de 3500 mètres, est très-curieux. J'ai eu déjà l'occasion d'en parler à l'Académie et j'en ai donné une coupe et une description dans les *Mémoires de l'Académie de Toulouse* (t. III, 7ᵉ série).

plus, des effets de métamorphisme évidents, qui consistent dans la présence du gypse au sein d'argiles et de marnes sénoniennes, qui se colorent ici par modification.

» Deux grands affleurements ophitiques doivent être signalés dans cette région : l'un, à Salies même, où il présente une assez grande importance, et où se trouve une source salée qui a donné son nom à la ville; l'autre, situé plus au nord, s'allonge sur 2500 mètres au bord du ruisseau du Lens, qui coule dans une faille. Il y a des exploitations de gypse dans le voisinage de l'un comme de l'autre.

» *Conclusions.* — Des observations résumées dans cette Note, il résulte que l'ophite proprement dite et la lherzolite sont deux faciès différents, mais concomitants, d'un phénomène éruptif caractéristique des Pyrénées, qu'il convient de désigner dans son ensemble par le nom d'*ophitique*.

» Ce phénomène ne s'est exercé, ou du moins ne se manifeste que dans la moitié inférieure du versant, et il n'en existe aucune trace dans les hautes régions, dont les roches éruptives sont le granite, l'eurite, le quartz.

» Dans le champ même que nous venons de lui assigner, il ne montre ses effets que dans les lieux où réapparaissent ou tendent à réapparaître les terrains anciens extraordinairement soulevés. Les éruptions ont eu lieu principalement dans les failles qui se rattachent à ces soulèvements : il y a cependant des gîtes centraux sporadiques.

La lherzolite absente, dans la région de Salies, se joint à l'ophite proprement dite (diorite) dans la zone jurassique, en agissant de la même manière. Ces roches apparaissent dans les mêmes conditions et souvent dans les mêmes lieux. Quelquefois elles se touchent et semblent confluer, circonstance curieuse si l'on considère la grande différence qui existe dans leur composition [1].

» Les gîtes ophitiques de la Haute-Garonne ne paraissent devoir être assujettis à aucune direction spéciale : ils suivent celle des lignes de fracture, ou se disposent d'une manière sporadique.

» Le phénomène ophitique, qui n'a pas produit de modifications très-sensibles dans la région supérieure, si ce n'est peut-être la transformation du calcaire jurassique en marbre blanc cristallin, a probablement déter-

---

(1) L'association de ces deux roches semble être un caractère des Pyrénées centrales; pour ma part, je ne crois pas avoir remarqué aucun gîte de lherzolite dans la demi-chaîne occidentale, où l'ophite se montre au contraire fréquemment.

miné la formation et l'intercalation du gypse à la base des couches sénoniennes et la sortie de l'eau salée de la région de Salies.

» *Age de l'ophite.* — La question de l'âge de l'ophite a été résolue très-diversement par les géologues. Élie de Beaumont et Dufrénoy pensaient que les roches qui se rattachent à ce type général avaient apparu à une seule époque relativement récente. Plus tard, on a émis l'idée que les manifestations de ces mêmes roches à la surface avaient pu se produire à diverses époques et même assez anciennement. On s'appuyait principalement sur la présence de fragments dioritiques dans le conglomérat grossier de Miramont, près de Saint-Gaudens, qui est un des éléments de notre grès vert (cénomanien?). Aujourd'hui, cette preuve me paraît avoir perdu de sa valeur, par l'observation que j'ai faite d'une sorte de diorite stratoïde subordonnée, dans certaines assises paléozoïques d'où auraient pu provenir les éléments ophitiques de Miramont.

» S'il fallait hasarder une opinion, je dirais que, d'après l'ensemble des observations que j'ai pu faire dans toute l'étendue des Pyrénées et particulièrement des faits qui sont très-brièvement indiqués dans cette Note, sans nier d'ailleurs qu'il y ait eu des manifestations postérieures plus restreintes, je serais forcé de faire dater leur principale apparition de l'époque même du grand soulèvement pyrénéen, auquel elles pourraient bien avoir contribue pour une très-grande part. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *G. Santini*, Correspondant de l'Académie, directeur de l'Observatoire astronomique de l'Université de Padoue.

M. Santini était Correspondant de la Section d'Astronomie depuis l'année 1845.

M. **Dumas** annonce à l'Académie la perte douloureuse et prématurée qu'elle vient de faire dans la personne de M. *H.-A. Weddell*, Correspondant de la Section de Botanique.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réponse aux observations de M.* Naudin, *au sujet de la mer intérieure du Sahara;* par M. **Roudaire.**

« Dans une Note insérée au *Compte rendu* de la séance du 9 juillet dernier, M. Naudin a présenté de nouvelles objections, auxquelles je demande la permission de répondre.

» Les conditions qui déterminent la chute de la pluie sont très-complexes, ainsi que le dit avec beaucoup de justesse l'honorable Membre de l'Académie. Je vais démontrer, clairement je l'espère, et je remercie M. Naudin de m'en avoir fourni l'occasion, qu'en raison même de cette complexité la mer intérieure exercera sur le climat de l'Algérie et de la Tunisie une influence relativement beaucoup plus considérable que la Méditerranée.

» Pour qu'il y ait condensation des vapeurs d'eau transportées par un courant d'air, il faut que ce courant subisse un refroidissement assez considérable pour que le point de saturation soit dépassé. Le vent du nord qui pousse les vapeurs de la Méditerranée sur l'Algérie est habituellement à la température de 10 à 15 degrés. A demi saturé, il contient environ $5^{gr},57$ de vapeur d'eau par mètre cube. Pour qu'il atteigne son point de saturation au contact des massifs montagneux de l'Algérie et de la Tunisie, il faut que sa température descende à 2 degrés. Si elle descend à *zéro*, ce qui arrive à coup sûr assez rarement, il y aura $0^{gr},65$, par mètre cube, de vapeur transformée en pluie.

» Examinons maintenant ce qui se passera par les vents du sud, du sud-ouest et du sud-est. Ces vents, en traversant la mer intérieure, y absorberont d'autant plus avidement la vapeur d'eau qu'ils sont plus chauds et plus secs. En été, leur température atteint 40 degrés et même quelquefois 50 degrés C. En hiver, elle varie entre 25 et 30 degrés. Calculons sur cette dernière température. Un mètre cube d'air à demi saturé contient, à 30 degrés (1), $15^{gr},21$ de vapeur d'eau. En franchissant l'Aurès, dont les crêtes dépassent 2300 mètres d'altitude, les vents de sud se refroidiront, par suite du travail de dilatation résultant de leur marche ascen-

(1) La pression atmosphérique ayant peu d'influence, on la suppose dans les calculs égale à $0^{m},766$.

sionnelle, du rayonnement vers les espaces supérieurs et du contact avec les flancs de la montagne, où règne toujours une basse température. A 17 degrés, le point de saturation sera atteint; à 10 degrés, 5gr,76 de vapeur d'eau, par mètre cube, seront transformés en pluie; à *zéro* ce serait 10gr,29 par mètre cube. En juin 1872 et 1873, j'ai campé plusieurs jours au Djebel-Mahmmel, un des points culminants de l'Aurès, et j'y ai constaté que, vers le milieu du jour, la température de l'air ne dépassait pas 6 ou 7 degrés, quoique le ciel fût très-pur et que les rayons du soleil fussent très-ardents. On peut donc affirmer que la température des vents du sud descendra au moins de 10 degrés en franchissant l'Aurès.

» Ainsi, d'une part, *les vents de la Méditerranée, en se refroidissant jusqu'à zéro, ce qui arrive rarement, ne produisent que* 0gr,65 *de pluie par mètre cube,* tandis que, d'autre part, *les vents de la mer intérieure, parmi lesquels il faut signaler le siroco, aujourd'hui si désastreux, en se refroidissant à* 10 *degrés, ce qui arrivera toujours, produiront* 5gr,76 *de pluie par mètre cube*. Or les vents du sud, du sud-ouest et du sud-est sont les vents dominants de la région des chotts. On s'explique ainsi la fertilité exceptionnelle dont jouissaient l'Algérie et la Tunisie, à l'époque où les chotts étaient remplis d'eau. Il est vrai que les adversaires de la mer intérieure, ne pouvant traiter d'hypothèse ce fait historique incontestable, ont cherché à l'expliquer par l'art avec lequel les Romains recueillaient et distribuaient les eaux; mais c'est précisément, ainsi que nous l'apprend Polybe, la richesse de la Byzacène et de la Numidie qui avait excité les convoitises des Romains. Est-ce donc au moyen d'aqueducs que ceux-ci alimentaient les nombreux cours d'eau complétement desséchés aujourd'hui, parmi lesquels se trouvaient de grands fleuves, tels que l'Oued Souf et l'Ighazghaz ?

» M. Naudin a cité l'exemple des plaines du bas Languedoc et de la Provence, exposées à des sécheresses fréquentes, malgré le voisinage de la Méditerranée et la présence des Cévennes, des Alpines et du Ventoux. Les vents dominants dans cette région sont les vents de nord-ouest, de nord et de nord-est. Les Cévennes, dirigées du nord au sud, sont précisément pour la Provence une cause de sécheresse. En effet, les vents de nord-ouest et d'ouest, après avoir laissé échapper, sous forme de pluie, en traversant les bassins de la Loire et de la Garonne, une grande partie des vapeurs d'eau qu'ils avaient enlevées à l'Océan, achèvent de se dépouiller de leur excès d'humidité en venant se heurter au versant occidental des Cévennes et traversent ensuite le bassin inférieur du Rhône dans un état de sécheresse relative. En raison même de sa direction nord-sud, cette chaîne de

montagnes ne peut pas d'ailleurs condenser les vapeurs de la Méditerranée, lorsque les vents du sud soufflent accidentellement. Les Alpines, dont l'altitude ne dépasse pas 300 mètres, ne sont pas assez élevées pour remplir efficacement le rôle de condenseur. Le Ventoux lui-même n'est qu'un contre-fort isolé que les vents accidentels du sud peuvent contourner; aussi n'exerce-t-il qu'une action restreinte sur le climat de la contrée.

» Je vais examiner maintenant les objections relatives à la vitesse du courant qui s'établira dans le canal de communication. La mer intérieure perdant chaque jour 39000000 de mètres cubes par l'évaporation, il se produirait dans le canal projeté (12 mètres de profondeur et 50 mètres de largeur au plafond) un courant ayant une vitesse de $0^{m},46$ par seconde. Mais cette vitesse sera notablement réduite, car il faut tenir compte du volume d'eau restitué directement par les pluies et les cours d'eau. Lorsque, par exception, l'évaporation sera doublée, la vitesse du courant sera donc encore bien inférieure à 1 mètre par seconde. Or, le 15 mai 1876, M. de Lesseps a fait connaître à l'Académie qu'il se produit entre Suez et les lacs Amers un courant dont la vitesse est de 1 mètre par seconde et que cette vitesse est dépassée au moment des grandes marées d'équinoxe; jamais ce courant n'a dégradé les berges du canal de Suez ni gêné le transit.

» En ce qui concerne l'encombrement probable de la mer intérieure par les résidus des sels résultant de l'évaporation et les matières entraînées de la Méditerranée vers les chotts, je me bornerai à opposer des faits précis. Les mêmes objections avaient été faites à M. de Lesseps; les lacs Amers devaient se transformer peu à peu en un immense bloc de sel. L'expérience a prouvé que c'est le contraire qui a lieu. Les lacs Amers, en effet, se dessalent en même temps que les immenses blocs de sel situés au fond de ces lacs se dissolvent tous les jours. C'est qu'il se produit des contre-courants inférieurs allant des lacs vers la mer Rouge et la Méditerranée, où ils conduisent les résidus des sels en même temps que les matières qui tendent à se déposer au fond du canal. Les mêmes phénomènes se produiront dans le canal de Gabès, s'il est assez large et assez long, ce qu'il sera facile d'obtenir. »

VITICULTURE. — *Sur le degré d'efficacité du sulfure de carbone, comme moyen de destruction du Phylloxera.* Note de M. **Boiteau**, délégué de l'Académie.

« Villegouge, le 21 juillet 1877.

» Après plusieurs années d'expériences du sulfure de carbone appliqué à la destruction du Phylloxera, il est permis de tirer des conclusions sur la valeur de ce produit, pur ou manufacturé, et d'indiquer aux viticulteurs ce qu'ils peuvent attendre, dans l'avenir, de cet agent pour le traitement de leurs vignobles. Comme toutes les substances essayées par diverses personnes et dans des conditions différentes, il a été tantôt vanté, tantôt discrédité. Aujourd'hui encore, on conteste son efficacité ou l'on exagère ses effets. Nous sommes malheureusement ainsi faits : nous passons de l'enthousiasme à la défaillance la plus complète, et nous abandonnons le lendemain ce que nous avons adoré la veille. Le sulfure de carbone, dans la circonstance qui nous occupe et dans la limite de ses moyens, est pourtant appelé à être au Phylloxera souterrain ce que le soufre est à l'oïdium.

» Je ne m'arrêterai pas à discuter les opinions qui ont été émises ces jours derniers pour ou contre ses effets, je veux seulement me borner dans cette Note à relater mes impressions et mes observations.

» Les effets du sulfure de carbone sur le Phylloxera ne sont plus à démontrer, et quelle que soit la forme sous laquelle on l'emploie, il donne d'excellents résultats, à la condition d'opérer avec la dose voulue et dans la saison convenable. Les sulfocarbonates de potassium ou de sodium, les cubes Rohart, le sulfure pur, le sulfure coaltaré, les différents mélanges imaginés cette année ont tous été efficaces s'ils ont été employés d'une manière raisonnée. Ce que je recherche avant tout, c'est l'efficacité dans le produit et l'économie dans l'application. D'après cela, je dois annoncer que mes préférences se portent vers le sulfure de carbone employé à l'état naturel. Ce que j'ai pu constater par mes expériences personnelles et par les expériences faites dans les différentes régions vinicoles me fonde à dire que le sulfure de carbone pur est appelé à supplanter toutes les combinaisons ou tous les mélanges proposés jusqu'à ce jour.

» Ce qui me paraît devoir donner raison à ce que j'avance, ce sont ses effets sous cette forme et l'économie qui en résulte. Il est certain cependant que, si les époques d'emploi devaient être diverses, il y aurait avantage à employer les mélanges surtout pendant les temps relativement chauds.

» J'ai essayé, en dehors du sulfure mélangé au coaltar ou aux huiles lourdes, deux préparations qui ne coûtent pas plus cher et qui ont l'avantage de ne pas salir les instruments ni les ouvriers, en même temps qu'elles retardent beaucoup plus l'évaporation et qu'elles ne répandent aucune mauvaise odeur.

» Ces préparations consistent, la première en une dissolution de savon de Marseille dans l'eau, dans la proportion de 5 de savon sur 95 d'eau. Le sulfure de carbone est ensuite mélangé dans les proportions de 1 partie sur 1, ou de 1 partie sur 2. Pour que le mélange s'opère, il faut agiter fortement dans un vase rempli aux deux tiers seulement. La précipitation du sulfure se faisant assez facilement, il faut l'agiter fréquemment.

» La seconde est un mélange de mucilage et de sulfure de carbone. Le mucilage s'obtient en faisant bouillir pendant dix ou quinze minutes un kilogramme de farine de graine de lin dans 20 litres d'eau. Après refroidissement, on a une masse gélatineuse que l'on mélange dans les proportions suivantes : 1 de sulfure sur 1 de mucilage ou 2 de sulfure sur 1 de mucilage. Le mélange, pour se faire, exige un fort battage; mais, après que les molécules sont brisées, la séparation des éléments ne se fait plus.

» Le sulfure de carbone a non-seulement un effet sur l'insecte, mais encore sur la végétation. Nous avons fait l'observation, cette année, et beaucoup d'autres l'ont faite avec nous, que le sulfure de carbone a pour propriété d'arrêter ou de retarder momentanément la végétation. Tous les traitements faits en mars, avril et mai l'ont démontré. Le sulfure de carbone absorbé par la plante et ne l'ayant pas encore abandonnée asphyxie les bourgeons et arrête la circulation de la séve. A mesure que l'évaporation se produit, tous les phénomènes d'un demi-empoisonnement disparaissent et le végétal reprend son essor. Ces remarques sont d'autant plus manifestes que le cep est plus malade. Sur les vignes à peu près saines cette cantation est presque nulle. De cette observation il résulte que l'emploi de cet insecticide doit se faire pendant le sommeil de la plante et assez longtemps avant son réveil, pour que toutes les particules délétères aient eu le temps de s'échapper.

» L'époque d'emploi le plus convenable se trouve comprise entre les mois d'octobre et de mars. Pendant cette période, la terre est humide, la température basse, la plante est en arrêt de végétation, toutes circonstances qui sont on ne peut plus favorables à la diffusion régulière du sulfure de carbone, à son maintien dans le sol et à son inaction sur la vie de l'arbuste.

» Le sulfure de carbone, pour être efficace, doit être mis dans chaque masse cubique de terre dans une proportion qui n'est guère variable et de laquelle on ne peut guère se départir. Ainsi que je l'avais constaté l'année dernière, les expériences de cette année m'ont de nouveau démontré qu'il fallait que le sulfure de carbone, sous quelque forme qu'on l'emploie, soit représenté par au moins 10 grammes en un seul bloc, afin d'agir sur un rayon de 30 à 35 centimètres. Les doses inférieures donnent des effets incomplets et les doses supérieures n'ajoutent rien à son action latérale. Si le sulfure est pulvérisé dans les profondeurs du sol, soit par projection par l'instrument, soit par une soufflerie, l'effet est moins complet.

» Le meilleur moyen, c'est de déposer au fond du trou fait par le poinçon de l'instrument la quantité déterminée de sulfure de carbone, de boucher hermétiquement celui-ci et de laisser l'évaporation se faire toute seule et lentement. C'est par ce procédé que nous avons obtenu les meilleurs effets.

» Le sulfure de carbone, qui détruit les insectes souterrains, n'a malheureusement pas la propriété de faire revivre les vignes mortes, ni de remettre en très-bonne santé immédiate celles qui sont fortement malades. De plus, ses effets, bien que rapides, ne sont surtout visibles que vers la pousse d'août; c'est ce qui fait que beaucoup de viticulteurs nient ou dénigrent les effets d'un agent qui ne demande qu'à être manié avec prudence et discernement pour sauver les vignobles irrévocablement perdus sans lui. Ce dont on doit surtout se pénétrer, c'est que son emploi judicieux seul peut rendre des services. Si l'on attend pour l'employer que les vignes soient à la dernière extrémité, il n'y a plus lieu de compter sur ses effets : le cep trop malade végétera misérablement pendant le reste de sa vie sans donner aucun produit. La première tache visible dans un vignoble, s'il n'est pas badigeonné depuis deux ou trois ans, indique que toute la surface doit être contaminée et qu'il y a lieu de traiter largement autour du point d'attaque, en surveillant attentivement l'apparition des nouveaux foyers.

» Un vignoble attaqué doit être visité fréquemment et, aussitôt que la repullulation de l'insecte devient inquiétante, il y a lieu de faire une nouvelle application de l'insecticide.

» Les traitements peuvent s'effectuer par un nombre de trous déterminé par chaque cep ou par surface totale, et cela d'après les indications que j'ai déjà données dans mes Communications de l'année dernière.

» Plusieurs centaines de mille pieds ont été traitées cette année dans la Gironde, et, à part quelques exceptions, qui sont un chiffre bien minime

dans la proportion, tout va à souhait, et les incrédules ou les gens qui ne veulent agir qu'à coup sûr prennent des renseignements pour essayer de sauver ce qui leur reste encore de curable.

» Le prix de revient, bien qu'il puisse être très-variable selon la valeur du sulfure de carbone, peut cependant être établi, en fixant ce produit à 50 francs les 100 kilogrammes, ce qui, je crois, devra être son prix moyen : à 10 grammes par trou, la dépense est de 5 millimes plus 2 millimes de main-d'œuvre, égale 7 millimes par trou. Si l'on traite à trois trous par cep, les vignobles de la Gironde contenant en moyenne 5000 pieds à l'hectare, on a une dépense de 105 francs par chaque hectare; si l'on veut traiter toute la surface à raison de trois trous par mètre carré, on a une dépense de 210 francs par hectare.

» Une seule opération, si bien faite soit-elle, laisse toujours échapper quelques insectes qui n'attendent que la sortie des jeunes radicelles pour recommencer leur travail de dévastation. La racine principale, ou pivot de la vigne, est pourvue d'écorces nombreuses et très-adhérentes qui protégent les Phylloxeras qu'elles abritent et les préservent de l'action des vapeurs de sulfure de carbone. Souvent aussi la partie du cep qui se trouve à quelques centimètres au-dessus du niveau du sol recèle de nombreuses colonies qui sont complétement épargnées par le traitement souterrain et reviennent aux radicelles de nouvelle formation. Ces insectes, qui ne peuvent pas être atteints, par suite de leur position, par le sulfure de carbone, le seront nécessairement par le badigeonnage, appliqué sur la partie inférieure des ceps, avec la préparation destinée à détruire l'œuf d'hiver ou avec les solutions de sulfocarbonates de potassium ou de sodium.

» La seconde année, une nouvelle application de sulfure de carbone peut devenir nécessaire; mais, dans beaucoup de cas, on pourra se borner à un ou deux trous assez rapprochés de la souche.

» Sur les vieilles vignes on doit favoriser la sortie des radicelles par un ameublissement du sol autour du collet et par un apport d'une certaine quantité d'engrais.

» Dans tous les cas, c'est au viticulteur à surveiller l'état du système radiculaire de ses vignes et à agir suivant la nécessité. Aucune règle absolue ne peut être posée, les résultats pouvant être aussi variés que les traitements. »

VITICULTURE. — *Note sur la maladie du raisin des vignobles narbonnais;* par M. MAX. CORNU, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La maladie des grappes, dont il a été question dans la dernière séance ([1]), a été expliquée par les effets funestes d'une rosée trop abondante, mais il semble qu'une autre cause puisse être invoquée. L'action de l'eau n'est pas aussi funeste qu'on pourrait le croire; on a cité des vignes qui, à la date de cinq ou six années, avaient été, aux environs de Montpellier, submergées, en partie, dans une crue; le limon avait recouvert les grappes déjà formées et il n'y eut pas d'accidents comparables à ceux qu'on observe sur les raisins dont il est question. Ces raisins sont assez gros; les cellules de l'épiderme présentent une cuticule déjà très-épaisse, tandis que sur la face tournée vers l'intérieur la membrane est mince : s'il y avait eu absorption d'eau (ce qu'il faudrait démontrer, et qui est révoqué en doute pour les feuilles par beaucoup de physiologistes), la pression aurait fait rompre la face interne de la cellule plutôt que la cuticule, beaucoup plus résistante.

» Des coupes minces, pratiquées perpendiculairement à la surface de la tache brune, montrent que, sur une grande partie de la surface noircie, il n'y a aucune solution de continuité; des coupes tangentielles permettent de le voir aussi avec une assez grande facilité. L'affaissement des cellules s'est produit sur une série de couches profondes, et ne se borne pas aux cellules de l'épiderme: ce n'est pas un effet local et superficiel, il semble que toute une plaque épaisse ait été frappée de mort.

» Les échantillons que j'ai pu examiner proviennent de la même région: ils m'ont été fournis par M. Portes, pharmacien en chef de l'hôpital de Lourcine, qui m'a donné verbalement des détails semblables à ceux qui ont été rapportés aux *Comptes rendus.*

» Les grains possèdent la taille d'un gros pois ou d'une petite noisette; ils offrent des taches circulaires d'un diamètre égal au diamètre du grain : ces taches isolées ou confluentes sont noires ou brunâtres; la surface est comme déformée en ce point, le centre est un peu plus clair. Si les grains ont été conservés quelque temps, on voit apparaître une sorte d'efflores-

([1]) *Note sur une maladie du raisin dans les vignobles narbonnais (juin et juillet)*, par M. F. GARCIN.

cence blanchâtre, d'un aspect gras, et se présentant à la loupe comme de très-petits globules étroitement pressés. L'étude microscopique montre qu'on a affaire à un champignon déterminant une tache au centre de laquelle il fructifie; ce champignon appartient à un groupe d'espèces qui produisent sur les parties vivantes des végétaux des cercles brunâtres dont l'aspect est différent dans chaque cas. Ces espèces ont été décrites en grand nombre sous des noms divers; parmi les plus vulgaires on peut citer celles qu'on rencontre sur les violettes, sur le fraisier et sur le mûrier; on sait que la maladie des vers à soie avait été, à tort, attribuée à ce dernier parasite. Celle qui attaque la grappe présente, comme toutes les autres, des filaments d'une ténuité extrême, des spores innombrables, mais extraordinairement petites, naissant à l'extrémité de courts rameaux; l'ensemble des filaments forme une touffe serrée qui se fait jour par place en rompant la cuticule, qui leur oppose une très-grande résistance, ou bien la recouvre d'un feutrage dense et épais. Le parasite dont il s'agit est la cause directe de l'affection du grain, cela résulte de la nature du champignon lui-même et des particularités du groupe auquel il appartient; cette maladie semble être l'*anthracnose*, qui, de temps à autre, fait son apparition dans les vignobles méridionaux, où elle a été signalée autrefois par Dunol.

» Le parasite a présenté, dans quelques cas extrêmement rares, un deuxième mode de reproduction : ce sont alors de très-petits conceptacles, véritables pycnides, donnant naissance à un nombre énorme de petites spores sortant à l'extérieur sous forme de fils très-fins et entortillés; vues en nombre immense, ces spores sont rosées. Sous cette forme, le parasite semblerait rentrer dans les genres *Phyllosticta* ou *Depazea*, ou bien pouvoir être décrit sous le nom de *Phoma*. M. Planchon m'a remis un échantillon de la maladie du grain, nommée *rot* en Amérique, et qu'il avait récolté dans l'État de Missouri en 1873; il la considère comme déterminée par le *Phoma viticola*, Berk. et Curt., et pense que l'*anthracnose* n'est pas une maladie différente. Cet échantillon, malheureusement très-réduit, ne permet pas de décider la chose avec une entière certitude.

» Une étude plus complète de l'anthracnose sera entreprise si la Commission du Phylloxera juge qu'il y ait opportunité à le faire.

» Il est probable que cette maladie est déjà ancienne sur notre sol et qu'elle n'est pas d'importation récente : il est cependant nécessaire de proclamer les dangers que peut courir la Viticulture française. Il est important de déployer la plus grande vigilance et d'avoir l'œil ouvert sur les

maladies qui peuvent résulter de l'introduction et de la multiplication exagérée des cépages américains. Dans un premier Mémoire sur la maladie de la vigne (¹), j'ai pris la liberté de signaler le danger; le *Peronospora* (*P. viticola*, Berk. et Curt.), probablement le plus à redouter, est très-semblable au *Peronospora* qui cause la maladie des pommes de terre. On sait qu'on n'a pu attaquer directement ce parasite avec succès et qu'on a eu recours à un artifice de culture pour vaincre le mal indirectement : on utilise les variétés hâtives qui ont achevé leur végétation à l'époque où le champignon se développe. Comme la culture est annuelle, on peut très-aisément supprimer rapidement la diffusion du parasite, car on supprimera l'ensemencement. Pour la vigne on ne pourrait recourir à un artifice semblable. Mon ami, M. Farlow (²), professeur à l'Harvard University, a étudié assez complétement le *P. viticola* et les expériences directes lui ont montré que cette espèce vit sur les vignes européennes, fait que j'avais annoncé comme probable, aussi bien que sur les vignes américaines (*loc. cit.*, p. 422). Ce parasite ne cause pas un grand dommage aux luxuriantes vignes américaines (*V. æstivalis* et *labrusca*), dont plusieurs résistent d'ailleurs aux atteintes du Phylloxera. Les dégâts se bornent à la mort de quelques feuilles et les robustes cépages de l'Amérique ne sont pas affaiblis; mais M. Farlow pense qu'il y aurait un effet bien plus nuisible sur les cépages d'Europe, dans un climat plus sec et sur des plans moins robustes. Il assimile l'introduction du *P. viticola* à celle du Phylloxera (³), et ajoute que la présence de ce parasite n'exclut pas celle de l'oïdium.

» Les chênes d'Europe et d'Amérique portent des espèces variées de Phylloxeras (*Ph. quercus, roboris, coccinea, florentina, Lichtensteinii, Rileyi*, etc.); ne pourrait-il pas arriver que les vignes d'Amérique nourrissent plusieurs espèces de Phylloxeras? »

(¹) *Recueil des Savants étrangers*, t. XXII, nº 6, p. 37; Mémoire publié au milieu de l'année 1873.

(²) *Bulletin of the Bussey Institution*, p. 415, march 1876. *On the american grape-vine mildew* (Sur la moisissure des vignes américaines). Le mot *mildew* peut se traduire par *le blanc*. La maladie blanche comprend : 1º l'*oïdium*, sur lequel M. Farlow donne d'intéressants détails; il pense qu'il y en a *plusieurs espèces*; 2º le *Peronospora viticola*.

(³) It might be that the introduction of *P. viticola* into Europe would prove a repetition of what has, unfortunately, already happened in the case of Phylloxera.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la Doryphore des pommes de terre.* Lettre de M. **Maurice Girard** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Divers journaux ont signalé l'invasion de la Doryphore des pommes de terre (*Leptinotarsa decemlineata*, Say) à Müllheim, près de Cologne, ainsi que la combustion des végétaux attaqués, au moyen de copeaux et de sciure de bois imprégnés de pétrole. J'ai appris que ce moyen a été insuffisant pour détruire les larves et nymphes, qui se sont enfoncées en terre à 12 ou 15 centimètres, et qui ont été préservées par la mauvaise conductibilité du sol. Il sera donc nécessaire, si l'insecte nous arrive en France, de faire suivre l'action du feu d'un retournement de la terre, et d'employer les insecticides chimiques. On ne peut songer aux matières arsénicales, ni aux goudrons bruts de la houille, imprégnés de substances âcres, qui empêcheraient la culture ultérieure ; au contraire, le sulfocarbonate de potasse à forte dose serait d'un très-bon emploi ; car, après destruction des insectes enterrés, il ne laissera dans le sol qu'un produit excellent pour la végétation.

» Au reste, diverses considérations me portent à croire qu'il n'y a pas à s'effrayer outre mesure. Nous avons, dans le midi de la France, un autre Chrysomélien, le Colaspe des luzernes, ou *négril* (*Colaspidema atrum* ou *barbarum*), qui fait parfois de grands ravages, et dont les mœurs sont analogues à celles de la Doryphore américaine. On pourra se servir, les pommes de terres étant des plantes basses et flexibles comme les luzernes, des moyens de ramassage qui sont en usage pour le négril ; par exemple, de l'appareil de M. Badoua, qui figurait à l'Exposition de 1867.

» En outre, les intempéries atmosphériques et les parasites joueront leur rôle restrictif habituel à l'égard d'un insecte aérien, et nous ne devons pas oublier que le mal causé par la Doryphore en Amérique a été souvent exagéré, dans un but de spéculation trop facile à comprendre. »

M. **Ch. Blondeau** adresse une Note relative à l'étiologie, la pathologie et la thérapeutique de la maladie de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **L. Paillet** adresse, de Courthézon, une Note relative à son systeme pour le traitement des vignes attaquées par le Phylloxera

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. G. **Guillaume**, Secrétaire d'État du gouvernement de Neuchâtel, écrit à M. H. Sainte-Claire Deville pour lui annoncer que le Phylloxera vient d'être découvert sur des vignes de ce canton, et le prier de faire adresser immédiatement au gouvernement la quantité de sulfocarbonate de potasse nécessaire au traitement de 2 hectares.

Un envoi de 1000 kilogrammes de sulfocarbonate de potasse vient d'être fait au gouvernement de Neuchâtel.

M. A. **Jacquet** soumet au jugement de l'Académie trois cahiers de Tables manuscrites, destinées au tracé en grand du cercle indépendamment de son centre, et au tracé de l'ellipse indépendamment de ses foyers.

(Commissaires : MM. Yvon Villarceau, Bouquet.)

M. A. **Olivier** adresse un projet de « surchauffeur de vapeur, applicable ux moteurs destinés à la navigation aérienne ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage relatif à l'expédition du *Polaris* (transmis par la Société de Géographie, au nom de l'Observatoire naval de Washington);

2° Un Mémoire de M. *Massieu*, « sur la locomotive à adhérence totale et à essieux convergents de M. Rarchaert »;

3° La deuxième édition d'un ouvrage de M. *Ed. Fournier*, portant pour titre : « Le vieux-neuf; histoire ancienne des inventions et découvertes modernes »;

4° Un projet et un spécimen de Tables trigonométriques dans la division décimale, par M. *Edward Sang*.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes ayant les mêmes normales principales et sur la surface formée par ces normales;* par M. A. **Mannheim**.

« Mon *Étude sur le déplacement* renferme les éléments d'une méthode géométrique dont je poursuis le développement depuis une dizaine d'an-

nées. Pour faire connaître et apprécier cette méthode, j'en multiplie les applications. En voici encore une; et si, à côté de choses nouvelles, on remarque des propriétés connues, c'est que, lorsqu'il s'agit d'une méthode, il importe surtout d'en montrer l'utilité et la facilité.

» M. de Saint-Venant (1) a appelé l'attention sur les courbes qui ont les mêmes normales principales. M. Bertrand (2) a donné la relation linéaire qui doit exister entre les courbures d'une courbe pour que les normales principales de cette courbe soient en même temps les normales principales d'une autre courbe. Je démontrerai cette relation et quelques propriétés de ces courbes.

» Soient (a) et (a') les courbes ayant les mêmes normales principales et (S_N) la surface formée par ces normales. Sur cette surface, (a) et (a') sont des trajectoires orthogonales des génératrices; elles interceptent sur ces droites un segment de grandeur constante; nous désignerons par l la longueur de ce segment.

» *Ces courbes sont des lignes asymptotiques de* (S_N), puisque leurs plans osculateurs sont tangents à cette surface.

» Comme elles rencontrent à angle droit les génératrices de (S_N), il en résulte qu'*en un point quelconque d'une de ces courbes les rayons de courbure principaux de* (S_N) *sont égaux et de signes contraires, et que les plans des sections principales de* (S_N) *font des angles de 45 degrés avec le plan normal mené à la courbe en ce point.*

» Démontrons maintenant ce théorème :

» *Si deux courbes admettent les mêmes normales principales, les plans osculateurs de ces courbes aux points où elles rencontrent une même normale font entre eux un angle constant, quelle que soit cette normale* (P. Serret) (3).

» Prenons (a) de façon que le plan tangent à (S_N) au point à l'infini sur aa' soit horizontal. Déplaçons aa' sur (S_N) de manière que cette droite vienne coïncider avec la génératrice qui lui est infiniment voisine, et entraînons en même temps le plan osculateur en a de façon qu'il vienne coïncider avec le plan osculateur de (a) au point infiniment voisin de a. Ce plan osculateur a pour caractéristique la tangente à (a) en a, c'est-à-dire une ligne de plus grande pente, et, pendant ce déplacement, il conserve alors son inclinaison sur un plan horizontal. Cela peut se répéter pour le

---

(1) *Journal de l'École Polytechnique*, XXXe Cahier.

(2) *Journal de Mathématiques*, 1re série, t. XV, p. 332.

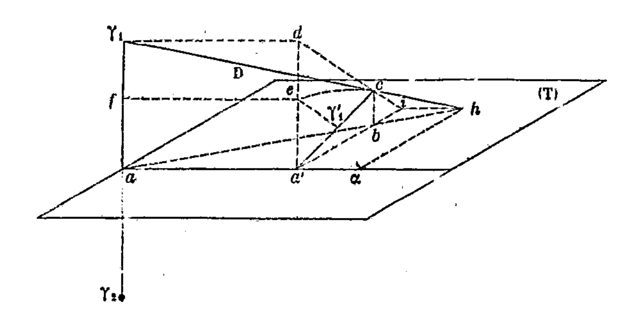
(3) *Théorie nouvelle géométrique et mécanique des lignes à double courbure*, par P. Serret, p. 109.

plan osculateur de (a'). Le dièdre formé par ces deux plans osculateurs, lorsque aa' se déplace infiniment peu, en restant horizontale, est alors tel que ses faces conservent leurs inclinaisons sur un plan ; il est donc de grandeur invariable. (Nous appellerons ω cet angle dièdre.)

» Le théorème est ainsi démontré et il en résulte facilement celui-ci (¹) :

» *Les points où deux courbes ayant les mêmes normales principales rencontrent une de leurs normales et les centres de courbure de ces courbes déterminent quatre points dont le rapport anharmonique est constant, quelle que soit la normale considérée* (²).

» Reprenons le dièdre de tout à l'heure et déplaçons-le comme il a été dit. Les caractéristiques des faces de ce dièdre étant perpendiculaires à l'arête aa', ce déplacement ne peut être obtenu par une simple rotation (³). Nous emploierons alors deux axes simultanés de rotation. Appelons (T) le plan osculateur de (a) en a. Ce plan peut être déplacé d'une infinité de manières en restant toujours tangent à (S_n), pendant que la droite aa', qui lui est liée, vient coïncider avec la génératrice infiniment voisine de (S_n). Les axes de rotation D, Δ au moyen desquels on obtient tous ces déplacements sont issus des centres de courbure principaux γ_1 et γ_2 de (S_n) et sont dans les plans des sections principales correspondantes. Et comme la normale à la surface trajectoire engendrée pendant ces déplacements par un point quelconque de a', c'est-à-dire une normale de (S_n), doit les rencontrer, ces droites D, Δ sont des génératrices du paraboloïde formé par les normales à (S_n) issues des points de aa'.



» Construisons D. Sur (T) traçons le triangle rectangle isoscèle $aa'b$;

(¹) En employant cette propriété : *Quatre plans tangents à une surface gauche, menés par une même génératrice, ont leur rapport anharmonique égal à celui de leurs quatre points de contact* (Chasles).

(²) *Journal de Mathématiques*, 2ᵉ série, t. XVII, p. 413.

(³) *Comptes rendus*, 11 juin 1877, p. 1373.

élevons au plan (T) la perpendiculaire bc. Cette droite rencontre la normale $a'c$ à (S_n) au point c. La droite $\gamma_1 c$ est l'axe D cherché; l'autre axe Δ s'obtient de la même manière.

» Il résulte de cette construction que $a'b = l$, $a'c = \frac{l}{\sin\omega} =$ const. Et, puisque D et Δ sont des génératrices du paraboloïde des normales à (S_n), ces droites sont parallèles au plan central de cette surface pour la génératrice aa'. Donc :

» *Les plans menés par les centres de courbure principaux γ_1, γ_2, parallèlement au plan central de (S_n) pour aa', déterminent sur la normale $a'c$ à (S_n) un segment qui est de grandeur constante, quel que soit le point pris sur (a).*

» Le plan mené du point γ_1, parallèlement au plan central relatif à aa', a pour trace la droite $\lambda_1 d$ sur le plan $(\gamma_1 aa')$, et sur le plan $(ca'd)$, perpendiculaire en a' à aa', il a pour trace la droite cd.

» Si nous appliquons le théorème précédent à la courbe (a'), nous devons alors mener du centre de courbure principal γ'_1 la droite $\gamma' e$ parallèlement à cd et ef parallèlement à ae'. On a alors af ou $ae = \frac{l}{\sin\omega}$.

» Les triangles semblables $a'c\gamma'_1$ et $a'de$ donnent $\frac{a'd \text{ ou } a\gamma_1}{a'e} = \frac{a'c}{a'\gamma'_1}$, d'où $a\gamma_1 \times a'\gamma'_1 = \frac{l^2}{\sin^2\omega}$.

» Ainsi : *le produit des rayons de courbure principaux de (S_n), aux points situés sur même normale principale, est constant, quelle que soit cette normale.*

» Mais les rayons de courbure principaux $a\gamma_1$, $a'\gamma'_1$ sont respectivement égaux aux rayons de seconde courbure des courbes (a) et (a').

» Ce théorème peut alors s'énoncer :

» *Le produit des rayons de seconde courbure de deux courbes qui ont les mêmes normales principales, pour deux points situés sur une même normale, est constant, quelle que soit cette normale* [1]. (SCHELL).

» Le plan normal en a à (a) est tangent à (S_n) au point α, centre de courbure de (a). La normale αh à (S_n) est alors dans le plan (T). Cette droite passe par la trace h de D sur ce plan. Le plan $\gamma_1 cd$ a pour trace sur (T) la parallèle hi à aa'. On a alors $a'i = \alpha h = a\alpha$ ou ρ.

---

[1] *Allgemeine Theorie der Curven doppelter Krümmung in rein geometrischer Darstellung.* Leipzig, p. 76; 1859.

» Les triangles semblables $a'di$, bci donnent

$$\frac{bc}{a'd} = \frac{bi}{a'i} \quad \text{ou} \quad \frac{\frac{l}{\operatorname{tang}\omega}}{r} = \frac{\rho - l}{\rho},$$

que l'on peut écrire

$$\frac{\frac{l}{\operatorname{tang}\omega}}{r} + \frac{l}{\rho} = 1,$$

relation linéaire entre les courbures de (a) dont les normales principales sont les normales principales de (a').

» Je reparlerai bientôt de cette relation, en traitant de classes de courbes dont les courbures ont entre elles des relations plus compliquées. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'extension à l'espace de deux lois relatives aux courbes planes, données par M. Chasles.* Note de M. G. **Fouret**, présentée par M. Chasles.

« 1. Les deux lois relatives aux courbes planes, dont M. Chasles a donné l'énoncé dans sa Communication du 7 mai dernier, et que j'ai démontrées dans une Note insérée au dernier numéro des *Comptes rendus*, peuvent être étendues aux figures à trois dimensions, et cela de deux manières différentes, suivant que le système considéré dépend d'un seul paramètre ou de deux paramètres variables.

» Dans le cas d'un système ne dépendant que d'un seul paramètre, on a les théorèmes suivants :

» I. — *Lorsque, dans les données d'une question ayant pour objet la recherche de l'ordre d'une courbe, lieu d'un point mobile, ou de la classe d'une développable enveloppe d'un plan mobile, il se trouve un point qui glisse sur une courbe d'ordre m, n'ayant aucune relation avec les autres données de la question, ce nombre m entre comme facteur dans l'expression du nombre cherché, ordre ou classe.*

» *Il en est de même pour l'ordre d'une surface gauche, engendrée par une droite mobile, placée dans les mêmes conditions.*

» II. — *Lorsque, dans les données d'une question ayant pour objet la recherche de l'ordre d'une courbe lieu, d'un point mobile ou de la classe d'une développable, enveloppe d'un plan mobile, il se trouve un plan qui roule sur une développable de la classe n, n'ayant aucune relation avec les autres données de la question, ce nombre n entre comme facteur dans l'expression du nombre cherché, ordre ou classe.*

» *Le même fait existe pour l'expression de l'ordre d'une surface gauche, engendrée par une droite liée au système considéré.*

» La démonstration de ces deux propositions, d'ailleurs corrélatives, se fait très-simplement, en suivant une marche analogue à celle qui m'a servi, pour démontrer les deux théorèmes de M. Chasles ([1]). En ce qui concerne le théorème I, par exemple, le nombre à déterminer, ordre ou classe, est égal au nombre des points d'intersection de la courbe du $m^{ième}$ ordre donnée, avec une certaine surface auxiliaire, indépendante de cette dernière courbe. Or on sait que, dans de pareilles conditions, le nombre des intersections distinctes est égal au produit de l'ordre m de la courbe par l'ordre de la surface ([2]).

2. Si l'on considère un système géométrique, dont la variation dépend de deux paramètres, on peut énoncer les lois suivantes :

» III. — *Lorsque, dans les données d'une question, ayant pour objet la recherche de l'ordre d'une surface, lieu d'un point mobile, ou de la classe d'une surface, enveloppe d'un plan mobile, il se trouve un point assujetti à parcourir une surface d'ordre m, n'ayant aucune relation avec les autres données de la question, ce nombre m entre comme facteur dans l'expression du nombre cherché, ordre ou classe.*

» IV. — *Lorsque, dans les données d'une question, ayant pour objet la recherche de l'ordre d'une surface, lieu d'un point mobile, ou de la classe d'une surface, enveloppe d'un plan mobile, il se trouve un plan assujetti à toucher une surface de classe n, n'ayant aucune relation avec les autres données de la question, ce nombre n entre comme facteur dans l'expression du nombre cherché, ordre ou classe.*

» Ces deux théorèmes sont corrélatifs. Ils se démontrent par le procédé exposé plus haut, en considérant, pour le théorème III par exemple, l'intersection de la surface lieu du point mobile avec une courbe auxiliaire.

» Aux théorèmes III et IV on peut ajouter qu'*une droite, liée au système mobile, engendre une congruence, dont l'ordre et la classe contiennent, comme facteur, l'un des deux nombres m et n* (suivant le cas).

» On a encore, sur les congruences, le théorème suivant :

» V. *Lorsque, dans les données d'une question, ayant pour objet la recherche de l'ordre d'une surface, lieu d'un point mobile, ou de la classe d'une surface,*

([1]) *Voir* p. 134 de ce volume.

([2]) J'ai donné, de ce fait connu, deux démonstrations géométriques rigoureuses (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. I, p. 122 et 258).

enveloppe d'un plan mobile, il se trouve une droite, assujettie à faire partie d'une congruence n'ayant aucune relation avec les autres données de la question, le nombre cherché, ordre ou classe, est une fonction linéaire homogène de l'ordre et de la classe de la congruence.

» La démonstration de cette propriété repose sur un théorème relatif à l'intersection de deux congruences, dû à M. Halphen [1]. Il en est de même de la proposition suivante, concernant deux congruences :

» VI. — *Lorsque, dans les données d'une question, ayant pour objet la recherche de l'ordre et de la classe d'une congruence, il se trouve une droite assujettie à faire partie d'une congruence, indépendante des autres données de la question, l'ordre et la classe de la congruence cherchée sont des fonctions linéaires homogènes de l'ordre et de la classe de la congruence donnée.*

» 3. Les théorèmes qui viennent d'être énoncés conduisent à de nombreuses applications. En voici quelques exemples : M. Chasles a donné, sur les cubiques gauches [2], le théorème suivant, analogue au théorème de Braikenridge sur la description des coniques.

» *Quand les faces d'un tétraèdre mobile sont assujetties à passer respectivement par quatre droites, situées d'une manière quelconque dans l'espace, et que trois sommets du tétraèdre doivent se trouver sur trois autres droites, placées d'une manière quelconque dans l'espace, le quatrième sommet du tétraèdre parcourt une courbe à double courbure, du troisième degré.*

» On peut ajouter à cet énoncé que *les arêtes du tétraèdre engendrent des hyperboloïdes à une nappe.*

» Cette proposition se généralise immédiatement, à l'aide des théorèmes I et II énoncés plus haut, et donne la suivante :

» *Quand les quatre faces d'un tétraèdre mobile sont assujetties à rouler respectivement sur quatre développables de classes n, n', n'', n''', situées d'une manière quelconque dans l'espace, et que trois sommets de ce tétraèdre doivent glisser sur trois courbes d'ordres m, m', m'', placées aussi d'une manière quelconque, le quatrième sommet du tétraèdre parcourt une courbe d'ordre $3mm'm''nn'n''n'''$.*

» *Les six arêtes du tétraèdre décrivent des surfaces gauches d'ordre $2mm'm''nn'n''n'''$* [3].

» Comme application des théorèmes IV et V, on a la propriété suivante :

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXIV, 2 janvier 1872.

[2] *Aperçu historique*, p. 405.

[3] M. Chasles a donné dernièrement, comme application de ses deux lois géométriques, la généralisation, sur le plan, du théorème de Braikenridge (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 973).

» *Le lieu des intersections orthogonales des droites d'une congruence d'ordre θ et de classe φ, avec les plans tangents d'une surface de classe n, indépendante de la congruence, est une surface d'ordre $n(2\theta + \varphi)$* (¹).

» Comme exemple d'application du théorème VI, on peut donner l'énoncé suivant, qui, à un certain point de vue, est une généralisation du corrélatif du théorème de Braikenridge.

» *Un triangle se meut dans l'espace, de façon que ses sommets décrivent respectivement trois surfaces d'ordres m, m', m'', et que deux de ses côtés fassent constamment partie de deux congruences (θ, φ), (θ', φ'). Le troisième côté engendre une congruence dont l'ordre est $mm'm''[\theta\theta' + (\theta + \varphi)(\theta' + \varphi')]$ et la classe $mm'm''(\theta + \varphi)(\theta' + \varphi')$.* »

PHYSIQUE. — *Influence de la chaleur sur l'aimantation.* Note de M. **J.-M. Gaugain.**

« M. L. Favé a publié dans les *Comptes rendus de l'Académie* (séance du 24 janvier 1876) un travail très-intéressant sur l'action de la chaleur dans l'aimantation, et il a fait connaître un fait entièrement nouveau que je vais rappeler en quelques mots. Lorsqu'un barreau d'acier a été aimanté à chaud (à une température de 350 degrés environ), qu'on l'a laissé refroidir, et qu'on le chauffe de nouveau, la quantité de magnétisme augmente et peut atteindre jusqu'au triple de la valeur qu'elle avait conservée après le refroidissement.

» Cette observation paraît, au premier abord, en opposition avec les résultats qu'avait précédemment obtenus M. Wiedemann. Voici, en effet, comment celui-ci les résume dans la dernière édition de son ouvrage *Sur l'électricité et le magnétisme* (t. II, 1re Partie, n° 536, p. 620): un barreau aimanté à une température élevée perd, en se refroidissant, une partie de son magnétisme; il en perd une nouvelle partie lorsqu'on le chauffe de nouveau; mais, lorsqu'on le refroidit, il reprend une partie du magnétisme perdu. Quand on exécute une série d'échauffements et de refroidissements, le magnétisme est diminué par chaque échauffement et augmenté par le refroidissement suivant. Comme on le voit, M. Wiedemann n'a pas trouvé qu'il y ait aucune différence entre un barreau aimanté à une température élevée et un barreau aimanté à la température ordinaire, du moins lors-

(¹) Ce théorème est un cas particulier d'un théorème sur les implexes et les congruences, que j'ai énoncé précédemment (*Comptes rendus*, LXXIX, p. 689, théorème XX).

qu'on fait abstraction, dans le cas de l'aimantation à chaud, de la perte de magnétisme qui se produit pendant le premier refroidissement.

» La contradiction qui semble exister entre les résultats que je viens de rappeler provient uniquement, je crois, de ce que M. Wiedemann n'a considéré que des barreaux aimantés à la température de 100 degrés; tandis que M. L. Favé a opéré sur des barreaux aimantés à une température beaucoup plus élevée.

» Il résulte toutefois de mes expériences que, même dans le cas où les barreaux sont aimantés à une température voisine de 400 degrés, les variations du magnétisme ne sont pas toujours telles que l'a indiqué M. L. Favé. J'ai trouvé, en effet, que, lorsque certains barreaux ont été aimantés à une température élevée et qu'on les laisse refroidir, leur magnétisme ne s'abaisse pas seulement, mais qu'il devient tout à fait nul et finit par changer de signe; de sorte que, si les barreaux ont été aimantés à chaud dans un certain sens, ils se trouvent aimantés en sens inverse quand ils sont revenus à la température ordinaire. Alors, si on les chauffe de nouveau, le magnétisme *inverse*, qui est toujours assez faible, s'anéantit, et l'on voit reparaître le magnétisme primitif, dont la valeur est généralement plus considérable; quand les barreaux se refroidissent, on obtient des changements de signe inverses; ces interversions de magnétisme peuvent être reproduites un grand nombre de fois sur le même barreau, sans qu'il soit nécessaire de le réaimanter.

» Les faits singuliers que je viens d'exposer ont été constatés sur plus de vingt barreaux différents; mais, je dois le faire remarquer, tous ces barreaux étaient en acier fondu de Sheffield. Lorsque j'ai essayé de répéter mes expériences sur des barreaux d'acier d'Allevard, j'ai constamment observé les variations d'intensité signalées par M. L. Favé, mais jamais aucun changement de signe ne s'est produit.

» Pour obtenir ce changement de signe, voici la marche que j'ai adoptée et qui m'a toujours réussi. Je chauffe le barreau sur lequel j'opère dans un fourneau à tube, jusqu'à ce qu'il soit arrivé au rouge-cerise. Alors je le retire du tube, je le laisse refroidir et je l'aimante par le procédé d'Elias, lorsqu'il a complétement cessé d'être lumineux; l'aimantation effectuée, j'observe les variations du magnétisme pendant le refroidissement, en me servant, comme dans toutes mes précédentes recherches, de la méthode des *courants de désaimantation*.

» L'intensité du courant dont on se sert pour effectuer l'aimantation n'a pas une influence bien marquée sur la valeur du magnétisme *inverse;* il m'a

semblé pourtant que cette valeur était plus grande quand le courant inducteur était plus faible.

» Je crois pouvoir expliquer les faits que je viens d'exposer, au moyen des hypothèses suivantes. Je suppose qu'un barreau qui a été aimanté à une température élevée, puis ramené à la température ordinaire, possède à la fois deux magnétismes contraires J'admets que les couches situées à une certaine profondeur soient aimantées dans le sens *direct*, c'est-à-dire dans le même sens que si l'aimantation avait été effectuée à la température ordinaire, et que les couches superficielles sont aimantées en sens *inverse*. Cette distribution du magnétisme une fois admise, on peut aisément rendre compte de tous les faits observés, si l'on admet, en outre, que le magnétisme d'une portion donnée de barreau s'affaiblit toutes les fois que sa température s'élève. En effet, si nous supposons d'abord que le magnétisme *inverse* des couches superficielles soit prépondérant, il est clair que le barreau lui-même paraîtra aimanté dans le sens inverse, à la température ordinaire; car l'action inductrice qu'il exerce est la différence des actions développées par chacun des systèmes de couches dont j'ai parlé. Mais, lorsqu'on viendra à réchauffer le barreau, les couches superficielles seront d'abord seules échauffées, leur magnétisme, qui est *inverse*, sera affaibli, et le magnétisme des couches profondes, qui est *direct*, deviendra prépondérant; plus tard, la chaleur pénétrant jusqu'aux couches profondes, leur magnétisme diminuera à son tour, et l'on conçoit très-bien ainsi que le magnétisme *direct* du barreau devra rétrograder après avoir atteint un maximum, comme l'a constaté M. L. Favé.

» J'ai supposé que l'aimantation *inverse* des couches superficielles était prédominante à la température ordinaire : lorsque c'est, au contraire, l'aimantation directe des couches profondes qui l'emporte, le barreau doit toujours paraître aimanté dans le sens *direct*, mais l'aimantation que l'on constate n'est que l'excès de l'aimantation des couches profondes sur l'aimantation des couches superficielles ; on comprend alors que, lorsqu'on échauffe le barreau, le premier effet de l'échauffement doit être de diminuer l'aimantation négative des couches superficielles, et, par conséquent, d'augmenter l'aimantation du barreau.

» Comme on le voit, tous les faits observés se trouvent très-simplement expliqués au moyen des hypothèses que j'ai admises ; mais il me reste à rechercher si ces hypothèses sont admissibles. D'après les expériences de M. Jamin (*Comptes rendus*, 15 février 1875), il est hors de doute que deux magnétismes contraires peuvent coexister dans le même barreau : mais,

pour développer ces deux magnétismes opposés, M. Jamin soumet successivement le barreau sur lequel il opère à l'action de deux courants contraires et d'intensités différentes, tandis que, dans les expériences dont je m'occupe en ce moment, le barreau n'est aimanté que dans un seul sens; si le magnétisme que j'ai appelé *inverse* existe réellement, ce ne peut être qu'en vertu d'une réaction des couches profondes sur les couches artificielles. Je me propose de rechercher ultérieurement si une telle réaction peut réellement se produire. »

PHYSIQUE. — *Sur l'aimantation des plaques circulaires où les lignes isodynamiques sont des circonférences concentriques.* Note de M. É. DUTER, présentée par M. Jamin.

« Les aimants que l'on considère le plus généralement sont caractérisés par trois axes rectangulaires de symétrie, parmi lesquels deux définissent le plan de la ligne neutre; le troisième axe, perpendiculaire à ce plan, est la ligne de plus grande aimantation. Les plus simples de ces aimants sont des barreaux cylindriques très-étroits, où le magnétisme libre M, situé dans une tranche perpendiculaire à l'axe et distante de x du milieu du barreau, est donné par la formule

$$M = A(a^x - a^{-x}).$$

» Cette formule résulte d'expériences très-nombreuses et a reçu la consécration de la théorie mathématique. On voit dans cette théorie [1] que A et a sont des fonctions très-compliquées de la constante magnétique de Poisson, de la force coërcitive et des dimensions du barreau. Ce n'est que dans le cas d'aimants infiniment longs que A et a prennent des valeurs plus simples.

» Il m'a semblé intéressant de chercher à construire des aimants nouveaux où la distribution du magnétisme serait donnée par une formule ne renfermant qu'un seul paramètre, ce qui est suffisant pour caractériser les propriétés magnétiques d'un échantillon d'acier aimanté à saturation.

» Les aimants qui satisfont à cette condition sont des disques circulaires pleins ou évidés en anneaux taillés dans une même feuille d'acier d'un millimètre d'épaisseur. Voici comment je procède à leur aimantation.

» S'il s'agit d'un disque plein, je le place sur le pôle d'un électro-aimant

---

(1) GREEN, *Essay on the application of mathematical analysis to the theories of electricity and magnetism*. Nottingham, 1828.

très-puissant, terminé en pointe. Le centre du disque se trouve sur la pointe et son plan est perpendiculaire à l'axe de l'électro-aimant.

» On constate qu'après la séparation de l'électro-aimant et du disque, ce dernier reste aimanté; si l'on y projette de la limaille de fer, elle s'y dispose en files dirigées suivant les rayons du disque, indiquant par là que les lignes d'aimantation sont dirigées suivant ces rayons. On voit, en promenant un rayon quelconque de la plaque devant un pôle d'aiguille aimantée, que le centre de la plaque est un pôle d'un certain nom (austral, par exemple), que le magnétisme austral va en diminuant jusqu'à devenir nul, à mesure qu'on s'éloigne du centre et qu'ensuite il n'y a plus que du magnétisme boréal croissant jusqu'au bord.

» Ainsi, dans mes disques, les deux magnétismes austral et boréal sont distribués de telle façon que l'un d'eux occupe une plage centrale circulaire et l'autre une plage marginale concentrique entourant la première.

» Il n'est pas nécessaire, pour obtenir des effets semblables, que le disque soit plein, des anneaux plats terminés par deux cercles concentriques donnant des résultats analogues.

» Pour aimanter ces anneaux, il suffit de les placer sur un électro-aimant cylindrique très-puissant, dont la tranche polaire s'adapte exactement au creux de l'anneau. L'épreuve préliminaire faite avec l'aiguille aimantée et la limaille de fer conduit encore à cette conséquence que les deux magnétismes occupent des régions concentriqnes, le maximum de l'un existant snr une des circonférences terminales et le maximum de l'autre existant sur l'autre circonférence terminale.

» Pour mesurer le magnétisme libre de chaque rayon de mes plaques, je me sers de la méthode de l'arrachement. Grâce à un artifice particulier, j'ai pu employer différents contacts extrêmement petits, qui me donnent des résultats bien proportionnels entre eux.

» Mes recherches m'ont conduit aux résultats suivants :

» Sur des anneaux plats taillés dans un même acier épais de 1 millimètre, et dont les rayons intérieurs et extérieurs sont R et r, la distribution du magnétisme en un rayon quelconque est donnée par la formule

$$(1) \qquad M = A \sin \frac{\pi(R^2 + r^2 - 2x^2)}{2(R^2 - r^2)}.$$

x est la distance au centre de la plaque où le magnétisme est M. Il résulte de la formule (1) que la circonférence où le magnétisme libre est nul, a pour rayon $\sqrt{\frac{R^2 + r^2}{2}}$.

» Pour avoir le magnétisme libre compris entre deux circonférences infiniment voisines, il suffit de considérer le produit $M \times 2\pi x dx$, et le magnétisme libre répandu sur une étendue annulaire de la plaque dont les rayons limitateurs sont x_0 et x_1 est donné par l'intégrale définie

$$\int_{x_0}^{x_1} 2\pi M dn.$$

» En prenant pour cette intégrale les limites r^2 et $\sqrt{\frac{R^2+r^2}{2}}$, on obtient pour tout le magnétisme d'un certain nom $A(R^2 - r^2)$, et en prenant les limites $\frac{R^2+r^2}{2}$ et R^2, on obtient pour tout le magnétisme de l'autre nom $-A(R^2 - r^2)$. Comme l'expérience a fait voir que dans tous mes anneaux A est constant pour les valeurs les plus différentes des rayons R et r, il s'ensuit que dans les aimants étudiés le magnétisme libre est proportionnel à la surface de ces aimants.

» Si l'on considère les disques pleins, on obtient pour le magnétisme libre sur un rayon la valeur

$$(2) \qquad M = A \sin \frac{\pi(R^2 - 2x^2)}{2R^2} = A \cos \frac{\pi x^2}{R^2},$$

et pour la totalité des magnétismes austral et boréal AR^2 et $-AR^2$. On voit donc que, pour passer de l'anneau au cercle plein, il suffit de faire $r = 0$.

» Dans le cas du disque plein, A a la même valeur que pour les anneaux; il ne dépend pas du rayon, mais seulement de l'épaisseur et de la valeur de l'acier.

» Ainsi, dans les aimants qui font l'objet de cette étude, l'acier, considéré au point de vue de ses propriétés magnétiques, se trouve caractérisé par une seule constante A.

» On peut remarquer que A représente, d'après les formules (1) ou (2), le magnétisme libre en un point quelconque des bords intérieurs ou extérieurs des anneaux, ou bien le magnétisme libre au centre d'un disque plein et en un point quelconque de la circonférence qui le limite.

» Toutes mes expériences ont été faites au laboratoire de M. Jamin; ce savant maître m'a constamment aidé de ses conseils et soutenu par ses encouragements : je le prie de vouloir bien agréer ici l'expression de ma respectueuse gratitude. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *De l'électrolyse de l'acide sulfureux.* Note de M. **Aug. Guerout**, présentée par M. Becquerel.

« On a admis jusqu'à présent que, lorsqu'on électrolyse une solution aqueuse d'acide sulfureux, cet acide est décomposé en soufre et en oxygène, le soufre se rendant au pôle — et l'oxygène au pôle +. Un examen attentif de ce qui se passe dans ce cas nous a amené à reconnaître que la décomposition n'est pas aussi simple qu'elle le paraît.

» Quand, en effet, on décompose une solution d'acide sulfureux par un courant faible (1 couple à bichromate, par exemple) l'électrode positive ne présente aucun changement visible à l'œil; mais on peut, à l'aide du chlorure de baryum, constater qu'il s'y produit de l'acide sulfurique. Quant à l'électrode négative, elle s'entoure d'un liquide jaune foncé qui se répand peu à peu dans le vase. Au bout de quelque temps ce liquide jaune se trouble en donnant lieu à un dépôt de soufre. Il est facile de reconnaître que ce liquide jaune n'est autre que l'acide hydrosulfureux étudié, il y a quelques années, par M. Schützenberger.

» Si l'on fait varier l'intensité du courant, on n'observe toujours au pôle + qu'une production d'acide sulfurique; mais, au pôle —, l'effet produit est modifié. Ainsi, avec deux couples Bunsen, on observe, outre la formation du liquide jaune, un certain dépôt de soufre sur la lame négative; mais ce n'est qu'en employant trois couples Bunsen que la précipitation est complète et que l'auréole jaune ne se produit plus qu'au début de l'expérience.

» D'après cela on peut se rendre compte de la formation du soufre au pôle + en admettant que tout d'abord il se forme de l'acide hydrosulfureux quand la pile est forte; cet acide est de suite très-concentré et se décompose immédiatement en produisant un dépôt de soufre. Ce mode de formation expliquerait d'ailleurs fort bien la constitution peu compacte et l'apparence neigeuse que présente le soufre ainsi obtenu.

» Pour ce qui est du mode de formation de l'acide hydrosulfureux lui-même, on est en présence de quatre hypothèses :

» 1° Ou bien l'eau seule est décomposée et l'acide hydrosulfureux est produit par l'action de l'hydrogène sur l'acide sulfureux, d'après l'équation

$$SO^2H^2O + 2H = \underbrace{SO\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O}_{\text{Acide hydrosulfureux}} + H^2O.$$

» 2° Ou bien SO^2 est décomposé seul en $S + O^2$ et S agit au pôle — sur SO^2, H^2O de la façon suivante :

$$SO^2, H^2O + S + H^2O = 2\left(SO\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\Big\}O\right).$$

» 3° Ou bien SO^2H^2O est dédoublé suivant l'équation

$$SO^2, H^2O = SO\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\Big\}O + O.$$

» 4° Ou bien enfin le courant agit sur l'acide sulfureux comme sur un sel et transporte au pôle — l'hydrogène (métal) qui décompose l'acide sulfureux comme dans l'équation (1). L'acide et l'oxygène se portent alors au pôle + et la réaction est

$$SO^2H^2O = H^2 + SO^2 + O.$$

» Il est facile de voir que dans les trois premiers cas il y aurait formation d'acide sulfurique au pôle + *par oxydation* de l'acide sulfureux ; par suite, à ce pôle, la proportion de soufre contenu à l'état de combinaison dans le liquide n'augmenterait pas.

» Dans le quatrième cas, au contraire, il y aurait *transport* d'acide sulfurique au pôle + et la proportion de soufre contenu à l'état de combinaison dans le liquide augmenterait à ce pôle.

» Or, en électrolysant l'acide sulfureux dans un appareil convenablement cloisonné et analysant, après l'expérience, le liquide qui entourait l'électrode positive, nous avons reconnu que la quantité de soufre contenu dans le liquide à l'état de combinaison augmente notablement à ce pôle. Cette augmentation ne peut s'accorder qu'avec la quatrième hypothèse.

» La solution d'acide sulfureux est donc décomposée à l'instar d'un sel : l'oxygène et l'acide se rendent au pôle positif ; l'hydrogène se porte au pôle négatif, où il réduit l'acide sulfureux en acide hydrosulfureux, et c'est ce dernier qui, par sa décomposition presque instantanée, donne lieu au dépôt de soufre. »

DOCIMASIE. — *Note sur le dosage du manganèse, du nickel, du zinc et du plomb ;* par M. **Alf. Riche.**

« Les recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur les alliages m'ont conduit à perfectionner le dosage des métaux, et ce sont ces modifications, décrites avec détail dans un Mémoire sur ce sujet, que je demande à l'Académie la permission de résumer.

» J'ai fait voir antérieurement que le cuivre peut être déterminé avec la plus grande rigueur en liqueur nitrique par l'action de la pile ; c'est encore par le courant électrique que je dose le manganèse, le nickel, le zinc et le plomb.

» I. *Manganèse.* — *a.* Si la liqueur ne renferme que ce métal à l'état de sulfate ou de nitrate, on la soumet à l'action d'un élément Bunsen, lorsque le manganèse est en petite quantité, ou de deux éléments. L'opération s'exécute dans un creuset de platine maintenu dans un bain-marie vers 70 à 90 degrés. Le manganèse se porte à l'état de bioxyde sur le creuset qui forme le pôle positif ; l'électrode négative est une spirale de platine. Lorsque le manganèse a disparu de la liqueur, on la décante sur un filtre qu'on lave et qu'on incinère dans le creuset taré : 250 milligrammes d'oxyde sont déposés en cinq heures. La séparation serait plus lente à froid, on l'activerait en employant trois éléments : 750 milligrammes sont précipités en huit heures.

» La sensibilité de la méthode est démontrée par les essais suivants :

» 1° On a soumis au courant 50 centimètres cubes d'une liqueur fournissant par calcination $\frac{1}{2}$ milligramme d'oxyde de manganèse : le pôle positif se tapisse d'un enduit de bioxyde, et le liquide décanté, soumis à l'évaporation, ne se colore pas lorsqu'on le chauffe avec du carbonate de soude en fusion.

» 2° On a utilisé ce mode de dosage pour reprendre une question encore controversée, l'existence du manganèse dans le sang. Je ne citerai qu'une expérience parmi beaucoup d'autres. On a pris du sang défibriné dont on a pesé deux fois 500 grammes. Une de ces portions a été incinérée ; dans l'autre, on a préalablement ajouté 1 centimètre cube d'une liqueur titrée fournissant 1 milligramme d'oxyde Mn^3O^4. La première a donné moins de 1 milligramme d'oxyde ; dans la seconde, on a obtenu de 1,5 à 2 milligrammes de cet oxyde.

» 3° Une liqueur renfermant un millionième de gramme se colore en rose très-manifeste à froid par l'action du courant, et la coloration est encore sensible avec une dose dix fois plus faible.

» *b.* Le manganèse se dose aussi exactement en présence du cuivre, du nickel, du cobalt, du zinc, du magnésium, de l'aluminium et des sels alcalins et alcalino-terreux. On trouvera dans mon Mémoire la manière d'opérer dans ces divers cas.

» Le manganèse ne peut pas être déterminé lorsqu'il est accompagné d'une forte proportion de fer. Le bioxyde se comporte comme dans le

travail du verre, il est réduit à l'état de sel de protoxyde qui reste en dissolution

» Il faut dans cette circonstance précipiter le fer par le carbonate de baryte, puis soumettre la liqueur filtrée au courant.

» II. *Nickel.* — La pile me sert fréquemment pour l'analyse de minerais de la Nouvelle-Calédonie, qui renferment du nickel, de la magnésie, et souvent du cobalt et du manganèse. Jusqu'à ce jour, on se contentait de doser le nickel par précipitation dans une liqueur ammoniacale, mais souvent ce métal entraînait de la magnésie au pôle négatif. On se débarrasse de celle-ci en dissolvant le dépôt dans l'acide nitrique, puis on chasse ce dernier par de l'acide sulfurique, et l'on expose la liqueur au courant de deux éléments qui précipite le nickel à l'état de pureté.

» III. *Zinc.* — *c.* On fait une solution sulfurique ou nitrique de ce métal, on la sature par l'ammoniaque, de façon à redissoudre le précipité d'oxyde, et l'on y ajoute un excès d'acide acétique Cette liqueur, exposée à froid à l'action de deux éléments, donne un dépôt très-adhérent sur le pôle négatif qui est formé par un cylindre ou une lame de platine préalablement tarée.

» *d.* Un essai de laiton peut se faire en quelques heures par ce moyen. La liqueur est soumise à l'action d'un élément à chaud : le cuivre se sépare seul sur l'électrode négative. On enlève celle-ci, on précipite le fer dans la liqueur par l'ammoniaque, et dans ce liquide filtré on dépose le zinc comme on vient de l'indiquer avec deux éléments. Un dixième de milligramme est précipité en quelques instants.

» IV. *Plomb.* — *e.* Si ce métal est seul dans une liqueur nitrique, on l'expose à l'action d'un élément, soit à chaud, soit à froid. Le bioxyde de plomb se porte en totalité, sous forme d'un enduit très-adhérent, sur le creuset formant l'électrode positive. La liqueur est siphonnée sans arrêter le courant, puis remplacée par de l'eau qu'on décante deux à trois fois, et le creuset taré est séché vers 110 degrés, puis pesé. 400 milligrammes sont déposés en cinq heures et 2 grammes en une nuit.

» On voit nettement se précipiter sur les parois du creuset le plomb contenu dans une liqueur qui n'en renferme que 2 centièmes de milligramme.

» *f.* Le plomb se dose avec la même rigueur en présence de fortes proportions d'argent, de fer, de zinc, de nickel, de cobalt, d'alumine, de magnésie et de métaux alcalins ou alcalino-terreux.

» L'essai des bronzes, alliages qui contiennent d'ordinaire de l'étain,

du cuivre et de petites quantités de zinc, de plomb et de fer, devient, en s'appuyant sur les faits signalés ci dessus, une opération rapide où trois de ces métaux sont dosés sans filtrations ni évaporations par la pesée d'une lame de platine tarée, tandis que cet essai nécessitait des manipulations longues et délicates, et la détermination du zinc par voie sèche à une haute température très-prolongée. L'acide métastannique étant séparé, on précipite en même temps le cuivre et le plomb avec un élément, on sépare le fer par l'ammoniaque et l'on détermine le zinc dans la liqueur filtrée au moyen de deux éléments.

» L'essai du maillechort m'occupe en ce moment.

» Ce travail a été exécuté au laboratoire du Ministère du Commerce, avec le concours dévoué de M. Yver, jeune chimiste attaché à ce laboratoire.

CHIMIE. — *Sur la densité de vapeur des sulfhydrates d'ammoniaque.* Note de M. A. **Horstmann**, présentée par M. Wurtz.

« Dans la discussion qui a eu lieu devant l'Académie par suite des recherches de M. Troost, M. H. Sainte-Claire Deville s'est appuyé sur un fait qui se trouve contredit par les expériences que j'ai publiées en 1868. M. Deville dit : « ..... 4 volumes d'ammoniaque et 2 volumes » d'acide sulfhydrique forment 4 volumes du sulfhydrate neutre (1). » Il suppose, par conséquent, dans ce cas, une condensation égale à $\frac{2}{3}$. J'ai, au contraire, constaté (2) que, en mêlant l'ammoniaque et l'acide sulfhydrique, à des températures de 50 à 80 degrés, *en proportions quelconques*, on n'observe *jamais de contraction.* »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la nature des gaz contenus dans les tissus des fruits.* Note de M. **Ach. Livache.**

« Plusieurs observateurs ont déjà cherché à déterminer la nature des gaz contenus dans les fruits : le résultat de leurs recherches les a conduits à admettre que ces gaz offrent une composition chimique sensiblement différente de celle de l'atmosphère, composition dans laquelle l'acide carbonique figurerait pour une proportion importante.

» Dans toutes les expériences qui ont été entreprises à ce sujet, on s'est attaché à recueillir les gaz après avoir fait éclater les fruits sous le mercure,

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1261.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, Supplement, Band VI, p 74.

ou aprés les avoir réduits en une pulpe dont on soumettait le jus à l'action de la chaleur. Cette manière de faire offre prise à la critique; lorsqu'on réfléchit, en effet, à la facilité avec laquelle s'oxydent les pulpes végétales, on se trouve conduit à se demander si les gaz, ainsi recueillis, ne sont pas le résultat d'une transformation postérieure à la rupture des fruits.

» Cette considération m'a conduit à reprendre l'étude des gaz contenus dans les fruits, en m'attachant à recueillir ces gaz préalablement à toute lésion du tissu végétal.

» On doit à M. Schlœsing une excellente méthode d'analyse des végétaux, qui consiste à immerger ceux-ci dans l'éther : ce liquide déplace rapidement les sucs contenus dans les tissus; ceux-ci s'échappent des cellules où ils sont enfermés, et l'éther prend leur place. En appliquant cette méthode à diverses analyses végétales, j'ai remarqué que les gaz contenus dans les fruits se déplacent dans les mêmes circonstances, et j'ai pensé que, pour résoudre le problème que je m'étais posé, je pourrais utiliser avec succès cette méthode. Cependant, à l'éther, dont la grande tension de vapeur aurait gêné les résultats, j'ai substitué l'alcool, au contact duquel les fruits se comportent de la même façon, le déplacement total des gaz étant seulement un peu plus lent avec l'alcool qu'avec l'éther.

» Les fruits, entiers et bien sains, ont été introduits dans des éprouvettes pleines de mercure, et là, immergés dans l'alcool absolu, préalablement bouilli. Dans ces conditions, on voit aussitôt se dégager des fruits, et en grand nombre, de petites bulles gazeuses, qui, peu à peu, se réunissent au-dessus de l'alcool et que l'on peut recueillir par les procédés ordinaires. En opérant ainsi avec des fruits bien sains, et en prenant les précautions nécessaires pour éviter les erreurs dues à la tension de la vapeur d'alcool qui reste mélangée aux gaz recueillis, on constate que ceux-ci ne renferment pas d'acide carbonique, et que le gaz dégagé des fruits entiers est un mélange d'oxygène et d'azote, se présentant dans le même rapport que dans l'air atmosphérique.

» Voici le résultat de quelques-unes des expériences que j'ai faites dans ces conditions :

	Volume de fruits en expér.	Gaz dégagé pour 100^{cc} de fruits.	Acide carbonique.	Azote.	Oxygène.	Rapport de l'azote à l'oxygène.
Cerises	55^{cc}	10,54^{cc}	néant	8,36	2,18	3,8
Cerises (charnues)	23	15,90	»	12,50	3,40	3,7
Oranges	30	11,66	»	9,67	2,39	3,8
Groseilles à maquereau	54	15,18	»	12,04	3,14	3,8
Tomates	35	14,82	»	11,72	3,10	3,7
Tomates	60	15,90	»	12,50	3,40	3,7

» Après avoir examiné les gaz qui s'étaient ainsi dégagés des fruits entiers, j'ai écrasé ceux-ci, dans l'éprouvette même, et obtenu ainsi une quantité de gaz très-faible relativement à la masse primitivement dégagée; séparée immédiatement, sans laisser aux transformations postérieures le temps de se produire, cette dernière portion de gaz s'est présentée avec la même composition que la première portion analysée. Enfin, l'alcool, dans lequel les fruits étaient plongés, a été examiné séparément, et j'ai constaté qu'il ne contenait pas d'acide carbonique dissous.

» Ce premier point établi, il était important de démontrer que la composition primitive du gaz contenu dans les fruits se trouve profondément modifiée, lorsque, par la réduction de ces fruits en masse pultacée, les gaz se trouvent mis en contact intime avec les divers produits dont le tissu végétal est rempli. Dans ce but, après avoir introduit dans l'éprouvette des groseilles à maquereau et les y avoir écrasées, je les ai laissées ainsi deux heures en place, et c'est seulement après ce temps que j'ai introduit l'alcool destiné à déterminer le départ du gaz contenu dans la pulpe. Les gaz obtenus dans ces conditions se sont toujours montrés formés par un mélange d'oxygène, d'acide carbonique et d'azote, tandis que l'expérience faite en plongeant dans l'alcool le fruit intact ne donne que de l'oxygène et de l'azote. En prenant des tissus faciles à écraser, tels que ceux des cerises, des oranges, des tomates, etc., j'ai constaté la disparition totale de l'oxygène, qui, dans ce cas, se trouve remplacé par de l'acide carbonique, et, de plus, j'ai reconnu que la quantité d'acide carbonique ainsi recueillie, et qui, d'abord, correspondait à la transformation de l'oxygène contenu dans le fruit, augmentait d'autant plus que les fruits étaient abandonnés plus longtemps à eux-mêmes. Ce dernier fait vient confirmer les recherches antérieures de M. Cahours (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 495) et de MM. Lechartier et Bellamy (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1035). Je joins ici le résultat de quelques-uns des essais que j'ai faits dans ces conditions.

	Volume de fruits en expér.	Gaz dégagé pour 100cc de fruits.	Acide carbonique.	Oxygène.	Azote.	Rapport de l'azote à la somme de l'oxygène et de l'acide carbonique.
	cc	cc				
Oranges	40	12,20	0,44	2,16	9,60	3,7
Oranges	80	12,58	0,52	2,10	9,96	3,8
Groseilles à maquereau	43	16,50	2,39	1,11	13,00	3,7
Tomates	30	16,00	3,33	néant	12,67	3 8

» Si l'on opère sur des fruits délicats, dont les tissus s'altèrent même par les simples froissements du transport, on constate des faits qui viennent encore à l'appui de ces observations. Ainsi, une expérience a été faite sur

des fraises à peine froissées par le transport, et j'y ai constaté la présence d'azote, d'oxygène et d'acide carbonique; mais, encore dans ce cas, l'expérience a montré que le rapport de l'azote à la somme de l'oxygène et de l'acide carbonique était bien égal au rapport de l'azote à l'oxygène dans l'air.

» En résumé, si l'on considère un fruit bien sain, les gaz contenus dans ses tissus sont formés d'un mélange d'azote et d'oxygène, dans les proportions où ils se trouvent dans l'air atmosphérique.

» Si le tissu vient à être déchiré, une simple combustion se produit tout d'abord; l'oxygène est rapidement transformé en acide carbonique.

» Enfin, si on abandonne à lui-même le fruit ainsi déchiré, il s'établit, au sein de la pulpe, une véritable fermentation, identique, sans doute, à la fermentation intracellulaire signalée par MM. Lechartier et Bellamy, et il se produit un dégagement abondant d'acide carbonique, tandis que l'azote ne subit aucune modification.

» Ce travail a été fait au Conservatoire des Arts et Métiers, dans le laboratoire de M. Aimé Girard. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les produits de fermentation des boues de Paris.* Note de M. **E.-J. Maumené.**

« L'enlèvement des immondices, à Paris, est fait souvent par bateaux; les matières amenées au bord de la Seine sont entassées presque immédiatement dans ces bateaux, jusqu'aux bords, et ne tardent pas, en cette saison, à subir une fermentation très-active. L'odeur répandue au loin est parfois très-gênante ou même dangereuse pour le voisinage. Invité à examiner les gaz produits, j'ai fait l'expérience suivante :

» Un tube de fonte, de $3^m,20$ de longueur et $0^m,08$ de diamètre, fermé par deux rondelles et percé de trous nombreux (40 par mètre, des deux côtés, soit 250 à peu près sur toute la longueur) a été plongé horizontalement à $0^m,70$ sous la surface des immondices, dans le bateau.

» Un tube de métal, logé d'un bout dans une des rondelles, venait se lier de l'autre à une série de condenseurs à boules contenant : le premier, de l'acide sulfurique à 18HO; le deuxième, de l'acétate de plomb neutre; le troisième, de l'acétate de plomb basique; le quatrième, de la ponce sulfurique. Ce dernier était mis en communication avec un aspirateur formé par un tonneau ordinaire de 227 litres, plein d'eau, pouvant se vider lentement dans la rivière.

» L'aspiration, faite en quatre heures, au milieu d'une masse brûlante ($+61^o$), n'a pas donné trace d'acide sulfhydrique dans les solutions de plomb. On a vu se former un précipité blanc très-abondant de carbonate de plomb.

» L'acide sulfurique du premier condenseur a une odeur supportable; neutralisé par du carbonate de potasse et soumis à la distillation, il a fourni de l'alcool ordinaire $C^4H^6O^2$, inflammable, donnant de l'acide acétique et dont j'ai pu séparer $0^{cc},7$ par le carbonate de potasse.

» Ainsi la fermentation était alcoolique; la masse principale de ces immondices était formée par des cosses de pois.

» Lorsque les débris de poissons, de crustacés, etc., abondent, on recueille de l'ammoniaque, du carbonate et du sulfhydrate d'ammoniaque et les mêmes sels d'ammoniaque composés C^4H^7Az, $C^8H^{11}Az$, $C^{10}H^{13}Az$, et probablement beaucoup d'autres en très-faibles proportions. »

EMBRYOLOGIE. — *Note sur la fécondation de l'Etoile de mer et de l'Oursin.* Note de M. **H. Fol**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* de cette année (t. LXXXIV, p. 359) j'ai décrit les phénomènes de la fécondation chez une Étoile de mer. Cette Note a été, de la part de M. Perez, soutenu par M. Giard, l'objet de critiques dont je rappelle les principaux points : 1° M. Perez, après quelques essais, n'est parvenu qu'à un résultat négatif pour les Oursins, M. Giard n'a pas été plus heureux, 2° M. Perez a vu *chez l'Oursin* des phénomènes qu'il prétend être les mêmes que ceux dont j'ai été témoin *chez l'Etoile de mer*, mais que j'aurais faussement interprétés ; 3° M. Perez déclare que d'une manière générale la fécondation, telle que je l'ai décrite, est impossible, parce qu'il croit avoir constaté la présence d'une membrane vitelline autour de l'ovule de l'Oursin et M. Giard appuie cette dernière assertion.

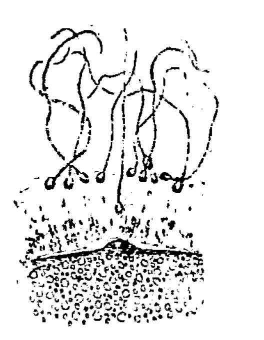
» Quant au premier point, le résultat négatif obtenu par MM. Perez et Giard ne peut m'étonner, car ce n'est qu'en persévérant, malgré plusieurs mois d'essais infructueux, que je suis parvenu à vaincre les difficultés qui s'opposent à des observations aussi délicates de Zoologie expérimentale.

» Je résume les résultats de mon expérience à cet égard. D'abord il convient de commencer par les *Asterias*, qui sont d'une étude bien plus facile que les Oursins, et même il est bon de s'attaquer en premier lieu aux œufs d'individus malades. Il ne faut prendre que les œufs qui s'écoulent par les pores génitaux lorsqu'on exerce une légère pression sur l'ovaire mûr, n'employer que du sperme tout frais et dilué à l'infini. Il ne doit y avoir, dans le liquide destiné à la fécondation pour chaque ovule, que trois ou quatre spermatozoaires; les œufs ainsi fécondés se développent tous avec la plus parfaite régularité, contrairement à l'opinion de M. Giard. En opérant

comme il le fait, on coupe court à toute observation exacte et l'on s'expose à voir les œufs promptement asphyxiés. Je place la goutte qui renferme les œufs contre le couvre-objet de mon compresseur ([1]), la goutte qui contient le sperme sur le porte-objet. J'ajuste le compresseur sous le microscope, j'amène les deux gouttes au contact l'une de l'autre et j'observe à l'instant même. Sans toutes ces précautions dictées par une longue expérience, on ne réussit à observer que des œufs déjà fécondés; c'est ce qui est arrivé sans doute à MM. Perez et Giard.

» Pour répondre au second point je suis obligé de donner un aperçu plus complet de la fécondation chez l'Étoile de mer et chez l'Oursin. L'ovule *mûr* chez ces animaux ne présente aucune saillie, aucune protubérance quelconque. La protubérance dont parle M. Perez m'est bien connue; elle ne se trouve que chez des ovules mal mûrs. Au point d'attache de l'ovule répond une solution de continuité de l'enveloppe muqueuse dans laquelle le vitellus pénètre souvent. Cette protubérance a des dimensions considérables, se compose de substance granuleuse et manque à l'ovule prêt à être pondu.

» Chez les *Asterias*, la bosse hyaline qui s'élève à la rencontre du zoosperme (*fig.* 1), et que j'ai souvent vu naître sous mes yeux, ne tarde



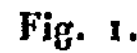


Fig. 1.

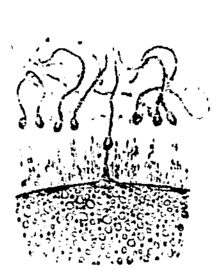


Fig. 2.

pas à prendre la forme d'un cône très-effilé (*fig.* 2) qui se raccourcit ensuite (*fig.* 3), en même temps que la membrane vitelline se différencie. Sur la *fig.* 4 on ne voit plus guère que la queue du zoosperme passant à travers un cratère de la membrane vitelline, et sur la *fig.* 5 on distingue à la place de ce dernier un cône pâle, irrégulier de forme et que je nomme

---

([1]) Voyez, pour la description de cet instrument : *Morphologisches Jahrbuch*, 1876, p. 440.

le *cône d'exsudation*. Ces dessins ont été faits sur un même objet à quelques secondes d'intervalle; j'en possède plusieurs séries complètes rela-

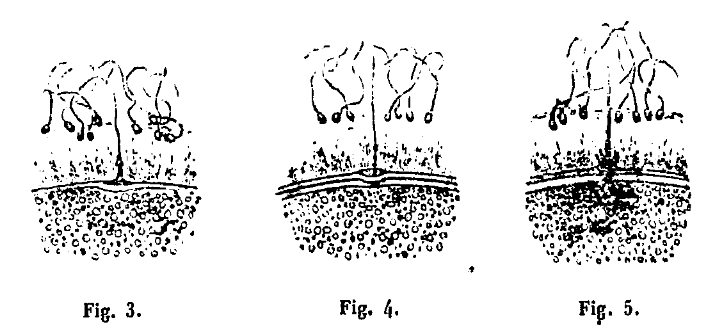


Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

tives aux *Asterias* et aux *Toxopneustes*. J'explique la formation du cône hyalin par une attraction à distance; mais j'examine aussi, dans un Mémoire qui va paraître, la supposition d'une excitation mécanique, supposition que je suis amené à rejeter.

» Chez les Oursins, le processus est bien plus rapide. Le premier zoosperme qui s'implante dans l'enveloppe muqueuse touche presque aussitôt de sa pointe la surface du vitellus. *Il ne se forme point ici de protubérance hyaline*, et il faut beaucoup d'attention pour distinguer au bord du vitellus une mince couche transparente dans laquelle pénètre le corps du zoosperme. On le voit, si l'erreur que M. Perez m'attribue si gratuitement est inadmissible chez l'Étoile de mer, surtout dans ces cas anormaux où l'on voit plusieurs zoospermes qui pénètrent à la fois et une bosse hyaline se formant en face de chaque zoosperme, cette erreur est encore plus impossible chez l'Oursin.

» Enfin, quant au troisième point, je suis en état de démontrer par mes préparations (qui se conservent fort bien depuis des mois) que la membrane vitelline se forme et se soulève au moment de la pénétration. Chez les œufs d'*Asterias* fécondés avant la sortie des globules polaires, ces derniers se trouvent en dedans de la membrane vitelline; ils sont en dehors de la membrane chez des œufs fécondés après la naissance de ces globules. Chez les *Toxopneustes* je puis montrer le zoosperme admirablement conservé, implanté dans la surface du vitellus et enveloppé comme d'une coupole par la membrane vitelline qui n'est encore soulevée qu'en partie. Lorsque la membrane vitelline se gonfle et que les zoospermes s'appliquent contre cette membrane au lieu d'avancer de pointe, c'est un signe certain que l'œuf est fécondé et que l'on trouvera un Aster mâle dans le vitellus. Les

observations de MM. Perez et Giard ont donc porté sur des œufs déjà fécondés; la bosse qu'ils ont trouvée à la surface du vitellus correspond peut-être dans certains cas au cône d'exsudation.

» Je ne nie pas l'existence d'une couche limitante à la surface de l'ovule de l'Oursin et de l'Étoile de mer; mais cette couche est molle et plastique comme la couche limitante de beaucoup d'Amibes et de Rhizopodes. On peut *en faire une membrane* en tuant ou en faisant coaguler l'organisme. A l'état vivant elle devient résistante et imperméable aux zoospermes; en un mot, elle ne *devient une membrane* qu'au moment même de la fécondation. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'anatomie et les migrations des Oxyuridés, parasites des Insectes du genre* Blatta. Note de M. O. GHALEB, présentée par M. E. Blanchard.

» En 1838, Nammerschmidt découvrit deux Nématoïdes dans le *Blatta orientalis;* il les rangea dans le genre Oxyuris, sous la dénomination d'*O. Diesingii* et *Blattæ*. Diesing et après lui Leidy ont repris l'étude de ces vers. Le premier les classa dans le genre Anguillule; le second créa deux genres nouveaux. Le travail de M. Bütchli, qui a paru en 1871, est plus important : l'auteur a fait rentrer ces Nématoïdes dans le genre *Oxyuris*.

» Ayant eu l'occasion d'examiner différentes espèces du genre *Blatta*, nous avons découvert deux nouveaux Némathelminthes, l'un dans le *B. americana*, l'autre dans les différentes espèces de Blattes champêtres. Nous proposons pour le premier de ces Nématoïdes le nom d'*O. Künckelii;* pour le second, celui de *O. Blatticola* nous paraît convenir, à cause de l'extrême fréquence de ces vers chez trois espèces de Blattes (*B. germanica, laponica* et *livida*). Ces deux Oxyures habitent le gros intestin.

» De tous les Nématoïdes parasites du genre *Blatta*, la femelle de l'*O. Künckelii* est la plus grande : elle atteint plus d'un centimètre de longueur. Celle de l'*O. Blatticola* ne dépasse pas 8 millimètres. Extérieurement, les deux femelles se ressemblent : leur corps, régulièrement annelé, se termine par une petite pointe semblable dans les deux espèces. Cette pointe est l'analogue du long stylet qu on observe chez les *O. Blattæ, Diesingii* et *Spirotheca*. (Ce dernier est parasite de l'Hydrophile.)

» La femelle adulte de l'*O. Künckelii* possède, à l'exclusion des autres *Oxyuris*, une teinte jaune verdâtre, due à la coloration des œufs; à la région antérieure du corps, elle porte de larges expansions latérales qui manquent chez l'*O. Blatticola*. L'orifice vulvaire, très-rapproché de la bouche

chez le premier, est, au contraire, voisin de l'anus chez le second. Par une exception singulière, l'*O. Blatticola* n'a qu'un seul ovaire. Les mâles sont infiniment plus petits que les femelles et d'une extrême rareté. Cependant, chez l'*O. Blatticola*, il y a presque autant de mâles que de femelles. Leur corps se termine, comme celui des femelles, par une petite pointe. La disposition des trois paires de papilles et du spicule pénial de nos deux nouvelles espèces n'est pas la même que chez les mâles des *O. Diesingii* et *Blattæ*.

» M Bütchli attribue des membranes latérales aux deux Oxyures de la Blatte orientale, en réalité l'*O. Diesingii* n'en a pas. Nous signalerons sur le corps des Nématoïdes de la Blatte orientale la présence de poils qui donnent à ces parasites l'apparence de certains vers marins. Sur la moitié supérieure de la cuticule œsophagienne de l'*O. Blattæ* existent des dents circulaires. Le bulbe dentaire présente une cavité à peu près losangique dans laquelle se trouvent trois plaques faisant office de dents et disposées sur deux plans. Une de ces plaques, aussi large que les deux autres réunies, occupe le plan supérieur et demeure immobile. Les deux autres plaques, situées dans le plan inférieur, sont, au contraire, très-mobiles. Ces plaques se meuvent ensemble d'arrière en avant et d'avant en arrière en chevauchant l'une sur l'autre. Chacune d'elles, aussi bien d'ailleurs que la plaque fixe, est garnie à sa face interne de stries à directions différentes, disposition favorable au broiement des aliments. Lorsque les dents de la rangée mobile descendent, une sorte de valvule, située à l'origine de l'intestin, s'ouvre et livre passage aux aliments.

» Après la troisième mue, les organes génitaux femelles commencent à se former : un bourgeon celluleux se développe aux dépens de l'exoderme ; ce bourgeon ne tarde pas à se bifurquer chez les espèces à double ovaire. Du bourgeon primitif naissent l'utérus et le vagin, les bourgeons secondaires donnent naissance à l'ovaire et à l'oviducte. La cellule terminale, toujours plus grosse que les autres, est la cellule ovigère.

» Nous avons étudié avec quelque soin la formation des éléments séminaux. Le testicule unique a l'extrémité garnie de petites vésicules, dont le contenu se segmente successivement en plusieurs sphères : dans les premières phases du développement, ces sphères sont entassées au milieu de la vésicule; par le progrès du développement, elles se séparent pour s'appliquer sur la face interne de cette vésicule; chacune de ces sphères pousse finalement vers le centre une sorte de prolongement, et la vésicule prend l'apparence d'une roue. A la rupture, les spermatozoïdes

deviennent libres; leur mouvement est rapide, mais très-éphémère.

» L'étude du développement et des migrations nous est, à peu de chose près, exclusivement personnelle. La coque de l'œuf, chez nos quatre espèces, est ovoïde et à double contour; chez les *O. Diesingii* et *Blattæ* on y remarque, du côté de l'extrémité mince, une espèce de couvercle qui lui donne la forme d'une boîte à savonnette; chez l'*O. Blatticola*, elle est formée de deux moitiés égales, qui s'adaptent l'une sur l'autre. Enfin, chez l'*O. Künckelii*, cette coque est formée d'une seule pièce. La surface de l'œuf est lisse chez les *O. Diesingii* et *Blattæ;* chez l'*O. Künckelii*, elle est au contraire garnie, selon son grand diamètre, par une crête saillante. Enfin, chez l'*O. Blatticola*, elle présente des formations analogues à celles qu'on voit chez l'*O. Spirotheca*.

» Les œufs sont pondus dans le gros intestin et rejetés avec les fèces, sans avoir subi la moindre segmentation; néanmoins, chez l'*O. Blatticola*, la segmentation commence avant la ponte : les œufs les moins développés ont leur vitellus divisé en quatre et les plus développés ont leur blastoderme presque formé. Ce fait rapproche, au point de vue embryologique, l'*O. Blatticola* de l'*O. Spirotheca*, chez lequel l'embryon est formé avant la ponte.

Pour que le développement commence ou continue à se faire, il faut de l'humidité et de la chaleur. La première condition se trouve réalisée dans la masse fécale qui entoure l'œuf, la seconde dépend du milieu et de la saison. Au bout de quarante-huit heures, le blastoderme est entièrement formé et se trouve manifestement composé d'un exoderme et d'un endoderme. Vers la fin du troisième jour le développement est presque achevé. Chez l'*O. Blatticola*, le développement se fait au bout de quinze ou vingt heures, en raison des premiers phénomènes qui se passent avant la ponte.

» Pendant l'hiver le développement se fait plus lentement; il ne faut pas moins de dix jours pour que l'embryon soit formé. Tous ces faits contredisent les observations de M. Bütchli, qui dit avoir laissé « plus d'un mois des œufs en incubation, sans avoir vu leur segmentation dépasser l'état mûriforme ».

» Si à cette époque un de ces œufs vient à être avalé par une Blatte, l'éclosion ne tarde pas. La disposition pyxidiforme, qui se remarque dans l'œuf de la plupart de ces Oxyures, ajoutée à l'action des sucs digestifs et à l'élasticité de la membrane vitelline, est probablement de nature à faciliter cette opération. L'embryon, une fois délivré de ses enveloppes,

chemine avec les aliments jusqu'au gros intestin, où il acquiert, après avoir mué quatre fois, les organes qui lui manquent, et finalement il se reproduit pour recommencer le cycle de son évolution. Si l'œuf n'est pas avalé dans un laps de temps qui varie entre cinq et huit jours, l'embryon se rapetisse dans l'intérieur de la coque, prend une forme ovoïde différente de celle de l'embryon vivant, et ne remplit plus que le tiers de la coque; il perd définitivement ses mouvements et sa vitalité. M. Bütchli s'est donc singulièrement mépris en faisant jouer à cet embryon mort et rétracté un rôle important dans l'acte de la migration.

» Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. le professeur Blanchard, sous la direction de M. Künckel. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Influence du Soleil et de la Lune sur les variations magnétiques et barométriques.* Note de M. **J.-A. Broun.**

« J'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie quelques-uns de mes Mémoires récents. Je prends la liberté de signaler aujourd'hui les résultats qui ont des rapports plus ou moins directs avec des conclusions auxquelles je suis arrivé précédemment et qui ont paru dans les *Comptes rendus*.

» J'ai fait allusion plusieurs fois à des variations magnétiques et même météorologiques, liées à la rotation du Soleil et à la révolution de la Lune. Il y a plus de trente ans que j'ai trouvé des oscillations dans la force magnétique de la Terre, qui paraissaient produites par la Lune dans sa révolution synodique (¹). Ces oscillations étaient si marquées, et pendant quelques mois si régulières, qu'elles auraient attiré l'attention des hommes de science, si l'on avait trouvé des mouvements pareils ailleurs. Malheureusement, les observations faites dans d'autres observatoires avaient été publiées sans corrections relatives aux effets de la température sur les aimants ou avec des corrections inexactes.

» Ce fut seulement vers 1857 que je pus diriger mon attention sur les observations faites ailleurs; après les avoir corrigées des effets de la température, par la même méthode que j'avais employée pour mes observations en Écosse, j'ai trouvé que les oscillations dont j'ai parlé se montraient partout, et à peu près avec la même amplitude. Je fus alors conduit à penser que leur cause se trouvait plutôt dans la rotation du Soleil que dans les

(¹) *Trans. Roy. Soc. Edin.*, t. XVI, p. 99; 1846.

mouvements de la Lune. Les oscillations successives montraient cependant des différences qui pourraient être expliquées difficilement par une action simple et régulière; elles diminuaient, disparaissaient même, et après quelques mois reparaissaient de nouveau.

» Le Mémoire sur ces variations, que j'envoie aujourd'hui, démontre qu'elles sont dues à la fois à la rotation du Soleil et à la révolution de la Lune; mais la cause première paraît être dans le Soleil, la Lune diminuant ou augmentant l'action solaire sur la Terre, selon sa position. Cette action secondaire de la Lune est si considérable, que les variations de la force magnétique dues à sa révolution synodique arrivent à égaler celles qui sont dues à la rotation du Soleil. Ainsi, en faisant la somme des variations moyennes dues à la rotation du Soleil et à la position de la Lune, j'ai pu construire, avec une grande approximation à la vérité, toutes les variations de la force horizontale magnétique de la Terre pendant l'année (¹).

» Ces recherches ont indiqué que le temps de la rotation synodique du Soleil est d'un peu moins de 26 jours. Quant à ce fait que la cause première des variations magnétiques existe dans le Soleil, il est démontré que les plus grandes perturbations arrivent à des intervalles de 26 jours ou de multiples de 26 jours. Ces perturbations paraissent donc procéder de l'action d'une certaine partie du Soleil, et, cette action se manifestant soudainement sur la Terre exactement à des intervalles de 26 jours, on en pourrait conclure qu'elle est transmise dans une seule direction ou plan, et non pas comme la chaleur et la lumière. Si l'on se rappelle la liaison qui existe entre les perturbations magnétiques et l'aurore polaire, ce résultat ne paraîtra pas sans importance pour la Physique terrestre.

» J'ai indiqué, dans les *Comptes rendus*, que les variations de la pression atmosphérique entre les tropiques ressemblaient aux variations magnétiques et donnaient à peu près le même temps pour la rotation du Soleil (*Comptes rendus*, 1er et 15 juillet 1872). J'ai continué cette recherche pour ce qui concerne la simultanéité des variations barométriques à des stations très-éloignées l'une de l'autre. Ainsi, j'ai ajouté Simla, une station sur les Himalayas (7000 pieds au-dessus de la mer), où les conditions de climat sont toutes différentes de celles de Madras et de Singapoor. Les observations faites dans l'observatoire de Simla, sous la direction de M. le général Boileau, montrent les mêmes variations qu'aux deux autres stations; les maxima et mi-

(¹) *On the variations of the daily mean horizontal force* (*Phil. Trans.*, t. CLXVI, p. 387).

nima ont lieu en même temps, à peu d'heures près. J'ai montré également que cet accord dans la marche de la variation n'est pas limité à des distances de 3000 ou 4000 kilomètres, mais qu'il se retrouve dans les observations faites à des stations aussi éloignées que Pékin, Hobarton, le Cap de Bonne-Espérance, Sitka, etc. (¹).

» On a voulu tout expliquer par la chaleur, et les variations magnétiques et celles de la pression atmosphérique; mais la grande action de la Lune sur les variations diurnes de la déclinaison magnétique près de l'équateur, action que j'ai montrée être parfois aussi grande que celle du Soleil, ne peut pas être attribuée à cette cause. Il ne paraît pas possible non plus d'imaginer que la pression de l'atmosphère diminue pendant deux ou trois jours, pour atteindre son minimum en même temps au Cap de Bonne-Espérance, à Pékin, à Hobarton, à Simla et à Sitka, par un effet de la chaleur.

» Dans un autre Mémoire sur la direction et la distribution des lignes isobares dans les îles Britanniques, j'ai trouvé que la pression atmosphérique diminue, en moyenne, de 1 millimètre par degré et demi de latitude, en allant vers le nord. Ce résultat ne peut pas être expliqué non plus par les forces connues. Je trouve aussi que la masse de l'atmosphère en mouvement paraît marcher dans la direction des lignes isobares (²). On a été induit à croire, par l'étude du vent à la surface de la terre, que l'air allait toujours dans la direction de la moindre pression verticale; mais, quand on observe les directions du mouvement des courants supérieurs, le résultat est celui que j'ai indiqué. Il reste à chercher encore comment se produit cette identité de direction. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Quelques observations sur la trajectoire des grêlons pendant les orages.* Extrait d'une Lettre de M. ZIEGLER à M. Faye.

« Depuis que j'ai pris connaissance, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes,* de votre belle théorie sur les orages, j'attache une importance particulière à l'observation de la trajectoire que décrivent les grêlons dans leur chute; je crois, d'après votre théorie, que tous les grêlons dont le poids dépasse 100 grammes doivent venir frapper le sol sous un angle inférieur à 20 degrés. En effet, un grêlon ne doit pouvoir atteindre un

(¹) *Proc. Roy. Soc. Lond.*, t. XXV, p. 39.
(²) *Proc. Roy. Soc. Lond.*, t. XXV, p. 515.

très-grand poids qu'à la suite d'un très-long parcours dans l'air dense des régions inférieures de l'atmosphère.

» La supposition que je viens de faire est basée sur deux observations déjà anciennes, mais dont l'une est parfaitement précise et aujourd'hui encore contrôlable. Voici ces observations :

» *Orage de* 1859, *à Kolbsheim* (*Bas-Rhin*). — Les grêlons étaient tellement forts que tout le gibier de la plaine a été tué, et, d'après les dégâts faits sur le gros bois, ces grêlons devaient peser de 150 à 200 grammes. Or, j'ai constaté alors que l'écorce des troncs des plus gros arbres était, d'un côté, littéralement martelée jusque vers la naissance des grosses branches. Les troncs de ces arbres n'ayant pas été préservés, au moins en partie, par le touffu des branchages, on peut en conclure que la trajectoire de ces gros grêlons formait avec le sol un angle très-aigu.

» *Orage de* 1875, *à Genève*. — C'est à minuit que l'orage a traversé le canton de Genève; la grande obscurité n'a pas permis de faire beaucoup d'observations directes; on a cependant ramassé et pesé des grêlons très-aplatis, de 200 grammes. Quant à mes observations, elles sont indirectes et postérieures à l'orage. Je ne veux pas insister sur des carreaux de vitres troués comme par des pierres lancées horizontalement, mais je considère comme très-importante l'observation suivante :

» Quand, dans les environs de Genève, on suit la route de Lancy à Bernex, on trouve, sur la droite de cette route, une petite maison de campagne très-basse; le faîte du toit ne dépasse le sol que de 7 mètres, et, malgré ce peu de hauteur, cette maison a préservé de la grêle, dans la direction du sud-est, les ceps d'une petite vigne, jusqu'à une distance de 32 mètres. Les derniers ceps étaient atteints dans leur partie supérieure seulement, mais les autres ceps étaient aussi intacts que si aucun orage n'avait eu lieu. Il résulte de là que les grêlons, dont beaucoup atteignaient le poids de 200 grammes, suivaient une trajectoire qui ne faisait avec le sol qu'un angle de 13 degrés.

» Un fermier qui demeure vis-à-vis, et qui m'a aidé à mesurer le terrain, est tout prêt à indiquer les derniers ceps préservés, qui sont sur la limite même de la petite vigne.

» J'ajouterai encore que, dans les deux orages que je viens de citer, aucun accident de terrain n'a pu influer sur la direction du vent, car Kolbsheim se trouve dans une plaine, et Lancy et Bernex sont situés sur un plateau, à 80 mètres au-dessus du Rhône. »

M. Déclat adresse une Note relative à la « médication anti-fermentative ».

M. F. Proth adresse divers énoncés de théorèmes relatifs à la théorie des nombres.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 juillet 1877.

P. Gervais. *Le Corail.* Paris, G. Masson et P. Asselin, 1877; in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*)

Communication faite à l'Académie des Sciences de l'Institut de France; par M. P. Gervais. Paris, Bouchard-Huzard, 1877; in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie.*)

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux; 2e série, t. II, 1er cahier. Paris, Gauthier-Villars; Bordeaux, Chaumas-Gayet, 1877; in-8°.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon, 1877, n° 2. Lyon, impr. Storck, 1877; in-8°.

Sur les gisements de chaux phosphatée de l'Estramadure. Paris, J. Tremblay, 1877; opusc. in-8°.

Notes sur des Cocciens qui attaquent les plantes de la famille des Aurantiacées et sur la fumagine consécutive; par M. M. Girard. Paris, impr. Donnaud, 1877; br. in-8°. (Extrait du *Journal de la Société centrale d'Horticulture de France.*)

La domestication des blattes; par M. M. Girard. Paris, E. Martinet, 1877; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société d'acclimatation.*)

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; t. XXXI, 4e série; t. I, 3e livraison. Bordeaux, impr. Cadoret, 1877; in-8°.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar, 1875 *et* 1876. Colmar, impr. C. Decker, 1877; in-8°.

Le dernier mot sur la maladie de la vigne; par le Dr Moreau. Angoulême, 1877, opusc. in-18. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Compte rendu des travaux de la Société de Médecine, Chirurgie et Pharmacie de Toulouse, depuis le 14 *mai* 1876 *jusqu'au* 13 *mai* 1877. Toulouse, impr. Douladoure, 1877; in-8°.

Mémoire sur le terrain crétacé du midi de la France; par M. A. Leymerie. Montpellier, impr. Boehm, sans date; br. in-8°.

Nouvelle théorie élémentaire de la Botanique; par le Dr Écorchard. Paris, Librairie agricole, 1877; 1 vol. in-12.

Recherches sur plusieurs ouvrages de Léonard de Pise et sur diverses questions d'Arithmétique supérieure; par M. Ed. Lucas. Rome, impr. des Sciences mathématiques et physiques. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.* (Présenté par M. Chasles.)

L'hygiène et l'éducation dans les internats; par A. Riant. Paris, Hachette, et Cie, 1877; 1 vol. in-12.

L'Année scientifique et industrielle; par L. Figuier : Tables des 20 premiers volumes, 1857-1877. Paris, Hachette et Cie, 1877; 1 vol. in-12.

Fauna littoralis Norvegiæ; edited by J. Koren and Dr D.-C. Danielssen; Part III. Bergen, J.-D. Beyer, 1877; in-4°.

Memoria di Fisica sperimentale di St. Marianini. Bologna, N. Zanichelli, 1874-1877; 3 vol. in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni; t. X, aprile 1877. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1877; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Memoirs of the geological Survey of India; vol. XII, Part 1-2. Calcutta, 1876; 2 liv. in-8°.

Records of the geological Survey of India; vol. IX, Part 2, 3, 4. Calcutta, 1876; 3 liv. in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India, Palæontologia indica, etc.; Indian tertiary and post tertiary vertebrata; vol. I, II, ser. X, 2; ser. XI, 3. Calcutta, 1876; 2 liv. in-4°.

War department office of the chief signal-officer. Daily bulletin of weather-reports, signal-service United States army, taken at 7,35 *A. M,* 4,35 *P. M., and* 11 *P. M., Washington mean time, with the synopses, probabilities, and facts for the month of december* 1873, *january* 1874. Washington, government printing Office, 1876; 2 vol. in-4° reliés.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 JUILLET 1877.

Dépôt général des cartes et plans de la Marine. Recherches sur les chronomètres et les instruments nautiques. 11[e] cahier. E. CASPARI. *Études sur le mécanisme et la marche des chronomètres.* Paris, Impr. nationale, 1876; in-8°.

Mémoire sur la locomotive à adhérence totale et à essieux convergents de M. Rarchaert; par M. MASSIEU. Paris, Dunod, 1877; in-8°.

Ventilation et chauffage. Cheminées Wazon, sextuplant hygiéniquement l'utilisation de la houille et décuplant celle du bois, etc.; par A. WAZON. Paris, E. Lacroix, 1877; br. in-8°.

Le vieux neuf; par Ed. FOURNIER. Paris, Dentu, 1877; 3 vol. in-18.

Découverte de l'éther atmosphérique; par P.-F.-P. DELESTRE. Paris, E. Lacroix, sans date; br. in-8° (deux exemplaires).

C. COUSIN. *Le veilleur à bord.* Anvers, impr. Ernest, sans date; br. in-8°.

Hypertrophie extraordinaire des mamelles sur une fille, âgée de 16 *ans, etc., observation recueillie par* M. J. BENOIT *et* M. le D[r] E. MONTEILS. Montpellier, typogr. Boehm, 1877; br. in-8°. (Extrait du *Montpellier médical.*)

Bulletin de la Société zoologique de France, pour l'année 1877; 2[e] partie, séances de mars et avril. Paris, au siége de la Société, 1877; in-8°.

Miniere di mercurio in Toscana e considerazioni generali sulla genesi loro. Nota del prof. A. D'ACHIARDI. Pisa, tipogr. Nistri, 1877; br. in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI; disp. 6[a], giugno 1877. Palermo, tipogr. La 1877; in-4°.

Sulle presenti condizioni della Meteorologia elettrica. Memoria di L. PALMIERI. Napoli, tipogr. dell'Accademia reale, 1877; in-4°.

Reale Accademia delle Scienze di Torino. Iscrizione trilingue, etc. Torino, Fot. subalpina, sans date. Photographie en une feuille, avec lettre imprimée (deux exemplaires).

Almanaque nautico, para 1878, *calculado de orden de la superioridad en el Instituto y Observatorio de Marina de la ciudad de San Fernando.* Madrid, impr. Aribau y C[ia], 1877; in-8°.

Narrative of the north polar expedition. U. S. ship polaris, captain Charles-Francis Hall, commanding, edited under the direction of the hon. G.-M. Ro-

BESON, secretary of the Navy, by rear-amiral C.-H. DAVIS. Washington, government printing office, 1876; in-8° relié.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences; new series, vol. IV; whole series, vol. XII, from may 1876 to may 1877. Boston, Wilson and Son, 1877; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 juillet 1877.)

Page 160, ligne 21, *au lieu de* 446 543, *lisez* 4 461 543.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUILLET 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce à l'Académie que le tome LXXXIII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la partie cosmique de la Météorologie.* Note de M. FAYE.

« Quand on ignore la cause d'un phénomène météorologique et que rien ne nous suggère à son sujet la moindre hypothèse, il y a une dernière ressource, c'est de rechercher partout si d'autres phénomènes ne présenteraient pas la même période; dans ce cas il doit y avoir entre eux communauté d'origine ou même relation de cause à effet, et cette découverte ne saurait manquer d'être féconde. Ainsi, bien avant la découverte de l'attraction, on savait que les marées sont causées par la Lune, et même, comme leur période est égale non pas au jour lunaire, mais à sa moitié, on aurait pu en conclure, sans plus ample informé, que si la Lune attire et soulève les eaux de l'Océan, elle attire et déplace aussi le globe terrestre; que par suite la Terre n'est pas fixée au centre de l'orbite lunaire, mais qu'elle est libre dans l'espace et cède tout entière, à tout moment, à l'action de son satellite. Malheureusement les astronomes grecs n'avaient pas les marées sous les yeux.

» C'est par ce procédé qu'on a cru reconnaître, dans ces derniers temps, que beaucoup de nos phénomènes doivent être attribués à des influences célestes ou cosmiques. Rien de plus dissemblable, de prime abord, que les variations diurnes de l'aiguille aimantée et les taches du Soleil; et pourtant on les a rattachées les unes aux autres, parce qu'on a cru y reconnaître une même période. M. Wolf, de Zurich, a recueilli toutes les observations des taches depuis l'époque de leur découverte et s'est efforcé d'en reconstituer l'histoire année par année; puis, faisant le même travail sur la variation diurne de la déclinaison depuis Cassini, il est parvenu à identifier les deux périodes auxquelles il assigne une valeur commune de 11,11 années.

» Bien plus des savants anglais, en discutant une longue série d'observations solaires instituées par Carrington et poursuivies photographiquement à l'Observatoire de Kew, ont montré qu'il existait de singulières coïncidences entre ces mêmes taches et les aspects des principales planètes, de telle sorte que ces taches seraient produites par Jupiter, la Terre, Vénus et Mercure.

» On a trouvé par le même procédé que la rotation du Soleil influe sur la force magnétique de notre globe, sur la pression barométrique et même sur la quantité de pluie en un lieu quelconque.

» Enfin les taches du Soleil provoqueraient chez nous les cyclones, les bourrasques, les aurores boréales.

» Toutefois, il faut noter ici que ces influences cosmiques sont restées mystérieuses; elles ne nous ont jamais rien appris sur les phénomènes eux-mêmes. En présence de ces étranges associations d'idées toujours stériles malgré leur multiplication, on doit se demander si les actions cosmiques sont bien réelles. Pour répondre à cette question, je me servirai du critérium suivant : il n'y a de dépendance à établir *a posteriori* entre deux ordres de phénomènes dont la liaison nous échappe que si leurs périodes, calculées à des époques successives, convergent vers une égalité rigoureuse. Une simple ressemblance de période ne suffit pas, à moins qu'il n'y ait *a priori* une raison de concevoir la possibilité d'un lien quelconque entre ces phénomènes. Cette condition, superflue dans le premier cas, est essentielle dans le deuxième.

» Appliquons cette règle aux influences cosmiques que je viens d'énumérer, en commençant par celle que les taches doivent exercer sur la variation diurne de la déclinaison. M. Wolf porte la période des taches découverte par M. Schwabe à 11,11 années. Celle des variations diurnes, telle du moins que son auteur, M. Lamont, l'a fixée lui-même, est de

10,43 années (¹). L'accord qui avait frappé M. Gautier, le colonel Sabine et M. Wolf lui-même ne se soutient donc pas malgré la latitude que laisse au calculateur l'incertitude des données relatives aux taches. Si l'on persistait néanmoins à profiter de cette incertitude même, pour dire que la simple ressemblance des périodes est un indice suffisant de la connexité des phénomènes, il faudrait au moins satisfaire à la deuxième condition de notre critérium, c'est-à-dire montrer qu'il y a *a priori* possibilité d'une liaison quelconque entre les taches et le magnétisme terrestre. Or nous savons aujourd'hui qu'une tache n'est qu'un accident mécanique qui se produit dans les courants de la photosphère, comme les simples tourbillons dans nos cours d'eau. Comment ces tourbillons solaires pourraient-ils agir directement sur la boussole, à 39 millions de lieues de distance? Serait-ce en diminuant périodiquement la chaleur du Soleil? Mais M. Langley vient de démontrer que cette influence-là ne va pas à 0°,3 sur nos températures. Serait-ce en modifiant sensiblement l'état électrique du Soleil? Mais il faudrait que cette électricité hypothétique fût capable d'expliquer le magnétisme terrestre, ce qui n'est assurément pas.

» Voyons l'influence de la rotation du Soleil sur la force magnétique horizontale. En discutant une série de mesures effectuées en 1844 et 1845, M. Broun a trouvé que cette force baisse brusquement à diverses époques, entre autres tous les 26 jours, au moment où un certain méridien solaire est dirigé vers nous; mais ce qui ôte à ces remarques beaucoup de leur valeur, c'est que ces variations brusques se présentent à tout instant, je veux dire en dehors de toute période régulière; en outre, à la fin de 1844, un autre méridien solaire, tout différent du premier, se montra tout aussi efficace. D'ailleurs il est bien difficile de définir nettement la position d'un méridien du Soleil à une date quelconque, attendu que, sur cet astre, la vitesse de rotation change d'une zone à l'autre. C'est arbitrairement qu'on choisit la rotation équatoriale au lieu de celle de tout autre parallèle; c'est tout aussi arbitrairement qu'on choisit entre les valeurs assignées à la première, par différents auteurs, celle qui répond le mieux à l'hypothèse. On en peut dire tout autant des rapports qu'on a cherché à établir entre cette rotation et les variations mensuelles des pluies ou du baromètre. D'une part l'égalité absolue des périodes n'est pas même à présumer; d'autre part on ne saurait dire comment et pourquoi les différentes faces que le Soleil présente successivement à la Terre y causeraient de la pluie ou de la

(¹) M. Broun, qui vient de la déterminer de nouveau sur l'ensemble des observations depuis Cassini jusqu'à nos jours, trouve 10,45 années.

sécheresse, une hausse ou une baisse du baromètre, une augmentation ou une brusque diminution de la force magnétique horizontale.

» Terminons ce rapide examen par les influences planétaires. D'abord la période de 11,11 ans des taches n'a aucun rapport avec celle de Jupiter qui est de 12 ans. Pour la Terre, on a trouvé que, si la surface occupée par les taches a semblé atteindre un maximum lorsque la Terre était le plus près du Soleil, et cela pendant trois années consécutives, voilà que tout à coup, dans la dernière de ces années, il s'est produit encore un maximum juste au moment où la Terre était le plus éloignée du Soleil (¹). En examinant de près les actions attribuées à Vénus et à Mercure, on voit les effets prétendus varier d'une période à l'autre, bien loin d'indiquer une coïncidence de plus en plus certaine à mesure que le temps s'écoule. D'ailleurs comment Jupiter, la Terre, Vénus, Mercure exerceraient-ils la moindre action météorologique sur le Soleil? Ce n'est certes pas par leur attraction, car, à elles quatre, ces planètes n'y produiraient pas une dénivellation de 2 centimètres. Serait-ce par l'action réflexe de la faible chaleur, du peu d'électricité ou de magnétisme que la chaleur solaire y fait naître? Mais, si les effets de ce genre que le puissant Soleil produit sur elles sont insignifiants, ainsi que nous le voyons par notre propre globe, comment veut-on qu'à leur tour ces effets insignifiants en produisent d'énormes sur le Soleil? Pour que des actions si faibles en elles-mêmes, et atténuées encore par des distances énormes, pussent agiter et bouleverser les couches supérieures du Soleil, il faudrait que celui-ci eût une constitution aussi instable que certaines substances explosives qui éclatent au moindre choc. Mais nous savons aujourd'hui que le mécanisme du Soleil présente, au contraire, dans son ensemble, une merveilleuse stabilité, et que les accidents superficiels, taches et protubérances, se rattachent à ce mécanisme, non à des causes extérieures autres que le refroidissement.

» Prenons maintenant le contre-pied de ces influences cosmiques et appliquons la même méthode aux actions qui nous entourent. Nous obtiendrons alors des résultats décisifs. Premier exemple : variation diurne du baromètre, question encore obscure, comme le fait remarquer M. Broun. Ici la période peut être déterminée exactement. M. de Humboldt a observé en 1800 qu'entre les tropiques les maxima et minima donneraient l'heure à quinze ou dix-sept minutes près. Dix années après on pouvait répondre à deux minutes près de l'égalité des deux périodes moyennes. Quarante ans plus tard cette égalité était certaine à $\frac{1}{15}$ de seconde près, au-

(¹) Broun, *On the decennial Period* (*Trans. of the R. S. of Edinburg*, vol. XXVII).

jourd'hui à $\frac{1}{30}$ de seconde près. Ces évaluations convergent donc d'année en année vers une égalité rigoureuse; et, comme les phases principales répondent à peu près aux instants du maximum et du minimum thermiques du jour, il en résulte que la variation barométrique dépend certainement de la chaleur diurne. Voyons comment cela peut se faire.

» Si le vaste tirage équatorial qu'on invoque si souvent existait [1], il y aurait un seul maximum et un seul minimum journaliers. Ici il y en a deux, comme pour les marées. Donc l'action de la chaleur diurne se produit par un intermédiaire dont l'interposition dédouble la période : c'est la vapeur d'eau. Cette vapeur forme une sorte d'atmosphère superposée à celle de l'air, avec cette différence qu'elle n'atteint jamais, comme celle-ci, une sorte d'équilibre, à cause du froid des hautes régions où elle va se condenser en fines aiguilles de glace. Elle s'élève perpétuellement à travers les couches de l'air comme si elle était seule aspirée par en haut. C'est à l'instant le plus chaud de la journée que cette aspiration est le plus énergique; le baromètre baisse donc un peu à cette époque. Pendant la nuit la vitesse d'ascension de la vapeur diminue; mais, en revanche, l'évaporation diminue aussi et, par suite, la quantité de vapeur contenue dans l'atmosphère est moindre que pendant le jour. En outre, à l'instant le plus froid, la condensation s'opère dans toutes les couches sous forme de serein ou de brume imperceptible, et jusqu'au sol lui-même sous forme de rosée. Il est difficile de soumettre au calcul ces diverses influences, mais on comprend fort bien qu'elles peuvent produire journellement, entre les tropiques, une oscillation de 1 à 2 millimètres dans une atmosphère parfaitement calme, et telle est, en effet, l'amplitude de la variation diurne du baromètre dans ces régions.

» Prenons pour second exemple la variation diurne de l'aiguille de déclinaison. Elle répond aux heures du jour avec une fidélité étonnante, en dehors des perturbations momentanées; car M. Arago, qui l'a étudiée si longtemps, disait qu'on pourrait régler sa montre sur ses phases à un quart d'heure près. Comme cette concordance se soutient depuis l'époque déjà ancienne des premières observations (1787), la période du jour et celle de l'aiguille convergeant vers l'égalité, il faut bien en conclure que la variation

(1) Un courant d'air ascendant bouleverserait évidemment l'ordre de superposition des couches de l'atmosphère. Il y aurait donc à l'équateur une région où les réfractions astronomiques ne seraient pas applicables. Il en serait de même pour les deux zones où l'air aspiré à l'équateur retomberait sur le sol. Rien de semblable n'existe; sur toute la terre les réfractions se comportent comme si l'ordre de superposition des couches n'éprouvait que de légères altérations oscillatoires.

diurne de l'aiguille dépend, comme celle du baromètre, de la chaleur diurne. Mais ici encore l'action n'est pas directe, car la période est semi-diurne. De plus les phases ne répondent nullement à celles de la température journalière; elles suivent plutôt celle de la tension électrique de notre atmosphère [1]. Cela nous donne à penser que l'élément intermédiaire, mis en jeu par la chaleur diurne, est l'électricité que la vapeur d'eau entraîne jusque dans la région des cirrhus. Elle s'associe là aux vastes courants aériens qui vont de l'équateur aux deux pôles de froid, se dépense en chemin par la voie des cyclones orageux, et aboutit probablement à une recomposition incessante avec l'électricité négative du sol au moyen des aurores polaires [2]. De là les courants électriques qui sillonnent l'atmosphère et par réaction la croûte solide ou liquide du globe, en donnant naissance aux phénomènes magnétiques.

» Pour troisième exemple, nous rappellerons que la période décennale de cette variation si bien déterminée plus haut (10,43 ou mieux 10,45 années) offre une certaine analogie avec celle des aurores boréales signalée par M. Loomis. La coïncidence exacte est loin d'être établie, il est vrai, mais ici nous avons la preuve, depuis Arago, que les aurores boréales exercent sur l'aiguille une action très-marquée, c'est-à-dire qu'il existe certainement un lien entre les deux phénomènes. Nous en dirons autant des cyclones dont la fréquence paraît aussi présenter une période décennale, et avec le même droit, car les fortes bourrasques paraissent aussi exercer une action sur l'aiguille. Cette même période se retrouvant encore dans d'autres phé-

---

[1] L'électricité atmosphérique suit aussi, en effet, une période semi-diurne plus ou moins accusée selon les saisons. Cela seul montre qu'elle ne résulte pas d'une électricité solaire agissant directement sur notre globe, car alors la période serait diurne. Cette électricité de l'atmosphère ne s'accroît pas avec le temps; elle résulte évidemment d'une action physique toute terrestre qui tend incessamment à décomposer l'électricité neutre du globe, mais qui est contre-balancée par de continuelles recompositions, en sorte que l'électrisation de l'atmosphère oscille sans cesse autour d'un état moyen dont elle s'écarte assez peu. Elle a été attribuée à la friction de l'air sur le sol. D'autre part les expériences de M. Pouillet et de M. Matteucci tendent à placer dans l'évaporation la cause première de ces phénomènes. Il est vrai que ces expériences très-délicates sont contredites par celles de M. Becquerel, mais c'est là un point douteux que de nouvelles tentatives parviendront sans doute à éclaircir. Je me bornerai à faire remarquer que le dégagement d'électricité nécessaire pour alimenter les phénomènes atmosphériques est très-faible par lui-même et ne peut sans doute être étudié que par des procédés d'une grande délicatesse. En tous cas le rôle de la vapeur d'eau pour la transmission de l'électricité dans l'atmosphère n'est l'objet d'aucun doute.

[2] Cf. Govi, *Sulla supposta origine cosmica delle aurore polari*, (*Gazett uffiziale* del 18 sett. 1873).

nomènes météorologiques, les analogies qui s'en dégagent peuvent être fécondées par la science, tandis que les influences cosmiques ne nous ont jamais rien appris.

» Restent enfin les lentes variations du magnétisme terrestre. Personne n'a encore songé à les attribuer à l'action des astres, parce que le ciel ne nous offre rien d'aussi lent dans les mouvements ordinaires des planètes, et rien d'aussi bref dans les inégalités séculaires de leurs éléments. Cherchons-en donc la cause dans les variations de l'écorce terrestre, si bien étudiees aujourd'hui par les géologues, ou bien dans les changements progressifs des courants de la mer ou des grands glaciers polaires (DELESSE), ou même dans les lentes variations que les climats peuvent subir, sur une grande échelle, depuis trois siècles que l'homme a successivement mis en culture de nouveaux continents, modifiant ainsi peu à peu les circonstances de l'évaporation et de la transmission de l'électricité.

» J'ai pour unique but, comme on voit, de montrer que la Météorologie a bien plus à gagner avec les causes ordinaires ou terrestres qu'avec les influences cosmiques. J'ajouterai même que ces hypothèses me paraissent devoir être repoussées absolument, malgré tout ce qu'offrent de séduisant les nombreux travaux qu'elles ont suscités dans ces derniers temps. La Météorologie a pris depuis un demi-siècle un rang trop éminent parmi les sciences progressives, grâce à la découverte des plus belles lois qu'on puisse imaginer, pour qu'on s'y contente désormais d'aperçus et d'hypothèses qui ne seraient certainement pas accueillis dans d'autres branches du travail scientifique. »

COSMOLOGIE. — *Conséquences à tirer des expériences faites sur l'action des gaz produits par la dynamite, relativement aux météorites et à diverses circonstances de leur arrivée dans l'atmosphère.* Note de M. **DAUBRÉE**.

« Les expériences dont j'ai récemment rendu compte [1] s'appliquent aux cupules d'affouillement et à quelques autres caractères des météorites; puis à quelques phénomènes de leur parcours à travers l'atmosphère, parcours qui se fait, comme il arrive également dans ces expériences, au milieu de gaz très-échauffés et fortement comprimés; il s'agit notamment des ruptures subites qui précèdent la chute de ces corps à la surface du sol.

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 115.

» *Cupules d'affouillement des météorites.* — L'explication que j'avais proposée, à la suite d'expériences faites à l'aide des gaz comprimés de la poudre, tant sur le zinc que sur le fer, se trouve confirmée de la manière la plus satisfaisante, et, de plus, complétée par ces dernières études, faites à l'aide des gaz de la dynamite.

» Sans revenir sur ce que j'ai dit antérieurement à ce sujet, je me bornerai à dire qu'il est impossible de ne pas être frappé de l'identité de forme que présentent, d'une part, les excavations creusées par l'action gyratoire des gaz très-énergiquement comprimés, et, d'autre part, les cupules qui caractérisent la surface des météorites. Cette identité est particulièrement remarquable pour plusieurs des masses faisant partie de la collection du Muséum ([1]).

» En ce qui concerne les deux modes d'expériences, avec les gaz de la poudre et avec ceux de la dynamite, il y a à remarquer une différence dans l'intensité et dans la rapidité de l'action. Tandis que, dans le cas des expériences faites avec la poudre, les gaz agissaient environ pendant $\frac{1}{100}$ de seconde, les gaz engendrés par la dynamite avaient une durée qu'on évalue à $\frac{1}{50000}$ de seconde, c'est-à-dire 500 fois moindre que la première : ici, l'action est donc incomparablement plus rapide, presque instantanée. En même temps, dans ce second cas, l'action érosive est beaucoup plus intense; car, malgré leur instantanéité, les affouillements excavés par les gaz de la dynamite sont incomparablement plus profonds; ils sont bordés de bavures saillantes qui décèlent l'énergie de l'agent dont ils sont l'œuvre. La dynamite nous fait assister à un véritable arrachement; les gaz de la poudre, avec leur action moindre, mais aussi moins rapide, produisent un affouillement d'un plus grand rayon de courbure.

» Ces deux types de cavités se retrouvent dans la même météorite et quelquefois superposés l'une à l'autre. C'est ce rapprochement que montre, avec évidence, la masse de fer météorique de Charcas ([2]). Plusieurs des faces de cette sorte de tronc de pyramide présentent des dépressions arrondies de 50 à 70 millimètres de diamètre et d'un rayon de courbure égal à près de la moitié de cette dimension. En outre, des alvéoles d'un tout autre aspect, serrées les unes contre les autres, ont été creusées au fond de ces grandes dépressions; beaucoup plus petites que les premières, d'une régularité et d'une uniformité remarquables, ces der-

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 949, et t. LXXXIV, p. 431 et 526.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 636.

nières alvéoles sont exactement circulaires, avec un diamètre de 4 à 5 millimètres et une profondeur moyenne de $1^{mm},5$. Elles présentent un rebord faisant saillie sur la surface extérieure, c'est-à-dire un trait complémentaire de ressemblance avec celles que les gaz de la dynamite ont également excavées dans le fer.

» Il est des cas où les affouillements des météorites ont pris des formes autres que celles de cupules arrondies, par exemple celle d'une sorte d'*encoche*, comme dans certains échantillons de Pultusk. Ces variétés de formes se rencontrent parmi les résultats de l'expérience, où, à côté de cupules arrondies isolées, groupées de diverses manières et souvent alignées ([1]), il se produit des sillons vermiculés ressemblant à ceux que le ciseau a creusés sur les pierres de certains monuments.

» *L'extension des cupules sur une grande partie ou la totalité de la surface d'une même météorite correspond à une rotation de ce corps.* Dans nos expériences, nous voyons que les cupules ne se forment que sur la face du bloc qui a été exposée à la pression *directe* des gaz : les faces latérales n'en présentent aucune trace; le contraste à cet égard est évident. Or, dans beaucoup de météorites, les cupules se montrent sur plusieurs de leurs faces, et même souvent sur leur superficie entière; cela doit provenir de ce que la météorite, dans sa translation à travers les espaces, était nécessairement animée d'un mouvement de rotation, comme il arrive à tous les projectiles de forme irrégulière. La météorite ainsi excoriée a donc présenté successivement à l'*avant*, c'est-à-dire comme *proue*, diverses parties de sa surface, laquelle s'est trouvée estampée, plus ou moins complétement, par le choc de l'air comprimé et incandescent.

» *Succession d'effets : action instantanément érosive des gaz comprimés et fortement échauffés.* — Parmi les effets produits par les gaz de la dynamite, dans les expériences dont il a été rendu compte, il en est, comme on l'a vu, de plusieurs natures : 1° aplatissement et écrasement de la masse d'acier; 2° affouillement énergique et creusement de cupules; 3° déchirure en fragments plus ou moins nombreux; 4° projection de ces fragments. Malgré l'excessive rapidité de l'action, ces effets ne sont pas simultanés, et ils paraissent s'être succédé suivant l'ordre où ils viennent d'être énumérés. La rupture en fragments a été précédée, non-seulement par le creusement des cupules, ainsi qu'il a déjà été dit : elle a dû l'être aussi

([1]) Une gouttelette d'eau, en se mouvant sur un fer rouge, à l'état sphéroïdal, décrit des mouvements semblables à ceux qu'expriment certains groupes alignés de cupules.

par l'aplatissement et l'écrasement de la masse d'acier; car, si après l'écrasement on rapproche les fragments projetés et épars, la surface d'écrasement se poursuit sur ces divers fragments contigus, avec autant d'uniformité que s'ils n'avaient pas été désunis.

» Il est toutefois à remarquer que, au lieu d'être, comme l'aplatissement, répartis sur toute la surface d'action des gaz, les affouillements (au moins dans le cas d'explosion avec bourrage) ne se montrent qu'irrégulièrement; autour de cavités profondes de plusieurs millimètres, la surface est presque intacte. Ces affouillements arrondis se sont probablement produits lorsque les gaz, après avoir produit l'écrasement, ont cherché à se frayer une voie.

» Dans cette action, les gaz paraissent animés de mouvements gyratoires excessivement rapides. Ils agissent par leur énorme pression et leur haute température, de manière à pulvériser et à emporter le métal à l'état de poussière impalpable, ainsi que je l'ai antérieurement constaté avec les gaz de la poudre (1). En même temps ils produisent, comme par repoussement, les bavures très-accentuées, qui attestent leur surprenante énergie : dans ces conditions, les gaz paraissent se comporter comme des solides incompressibles.

» Cette érosion ou gravure qui, en général, a marqué de son estampille la surface des météorites, n'intéresse pas seulement l'histoire de ces apports des espaces célestes : elle fournit sur les gaz, lorsqu'ils sont soumis à cet état excessif de compression, un caractère qui permettra peut-être de pénétrer dans certaines questions de Mécanique moléculaire.

» Maintenant que l'origine de ces cavités est bien reconnue, il paraît convenable, pour les désigner d'une manière précise, de leur donner un nom spécial qui rappelle leur mode de formation et qui s'applique simultanément aux cupules des météorites et aux cavités toutes semblables qui se produisent artificiellement. Tel pourrait être le mot générique *piézoglypte* (gravé par foulure ou en pression), dans lequel se distingueraient plusieurs types de formes, ainsi qu'on vient de le voir; l'épithète *piézoglyptique* correspondrait alors à cette action des gaz ainsi comprimés (2).

» Ainsi que je l'ai remarqué pour les érosions produites par les gaz de la poudre, une action chimique peut accompagner l'action mécanique et dé-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 954.

(2) Si l'on prend *piezo* au lieu de *piesto*, c'est que le premier mot est consacré par l'usage, par exemple dans piézomètre.

terminer, par l'oxygène en excès qui s'y trouve, la combustion d'une partie du fer.

» *Structure particulière de l'acier à proximité des surfaces exposées à l'action des gaz.* — Si l'on coupe des lingots obtenus au moyen de la fusion de l'acier dans les gaz comprimés de la poudre, que l'on polisse la section et qu'on la traite par un acide faible, on remarque que cet acier n'a pas une texture uniforme. Les parties voisines de la surface se dessinent nettement par une teinte particulière, suivant une lisière étroite. Cette différence résulte probablement d'une sorte de trempe qui correspond à un refroidissement très-rapide de la partie superficielle.

» Les fragments d'acier non fondus, produits avec les gaz de la dynamite, présentent un fait semblable : l'acide y fait ressortir, sur une section polie, une lisière qui suit les contours et qui est particulièrement nette vers le fond des cupules et sur les parties saillantes.

» *Caractère analogue dans les fers météoriques.* — Les fers météoriques, si l'on en examine des tranches qui se terminent à leurs surfaces *naturelles*, offrent également une bordure. Comme exemple remarquable de cette disposition, je me bornerai à citer ici un fer météorique du Chili, donné au Muséum par M. Domeyko, sans indication exacte de la provenance et dont la surface est caractérisée à la fois par des cupules et par une croûte : cette bordure y est très-nette, quoique n'atteignant pas un demi-millimètre d'épaisseur.

» *Injection et consolidation du sable et de l'argile dans de nombreuses fissures.* — Un autre fait doit être signalé; l'argile et le sable quartzeux, provenant des parois du puits dans lequel on expérimentait, ont pénétré dans de nombreux angles rentrants et dans les fissures les plus étroites qui se sont produites dans le métal. Ces substances s'y sont incrustées si profondément et si solidement qu'on ne peut les détacher sans difficulté et sans le secours d'une pointe d'acier et d'une forte pression.

» *Analogie avec les veinules noires qui traversent les météorites.* — On connaît dans les météorites les veinules noires, de la même nature que la croûte extérieure, qui les sillonnent très-fréquemment. Le nom de *lignes noires* (*schwarze Linie*) leur a été également donné à cause de la manière dont elles se montrent dans une cassure. Leur épaisseur est en effet très-faible, le plus souvent une fraction de millimètre. Après les études dont ces lignes noires ont été l'objet, notamment de la part de MM. de Reichenbach [1] et

---

[1] *Poggendorff's Annalen*, t. CXXV, p. 308-421 et 600.

Haidinger, on a reconnu qu'elles se rattachent à la croûte noire qui enveloppe les mêmes échantillons et qui s'est injectée dans les fissures, lorsque la substance qui constitue cette croûte était encore à l'état de fusion, poussée qu'elle était par les gaz comprimés agissant à la surface.

» Après avoir examiné ces veinules noires dans les météorites de Pultusk où elles abondent, M. de Rath [1] dit toutefois qu'on ne comprend pas que la substance fondue ait pénétré aussi profondément, et par des fissures aussi étroites, dans l'intérieur d'une roche qui avait la température très-basse des espaces planétaires : il semble, ajoute l'auteur de cette remarque, que, dans de telles conditions, la substance fondue aurait dû se solidifier immédiatement, au lieu de pénétrer au fond de fissures capillaires, ayant jusqu'à 10 à 15 centimètres de profondeur.

» En présence du résultat d'expériences qui vient d'être signalé, on est en droit de conclure que, de même que le sable et l'argile, la matière fondue extérieure de la croûte a dû être refoulée avec une extrême facilité vers l'intérieur du bolide, par la grande pression des gaz extérieurs. La rapidité excessive des mouvements dont nous venons d'être témoin répond complétement à cette dernière objection : la substance fondue était poussée si rapidement qu'elle n'avait pas le temps de céder toute sa chaleur aux parois des fissures.

» En signalant dans la masse de fer nickelé de Sainte-Catherine d'innombrables fissures enduites d'oxyde magnétique, je disais que les faits se présentent « comme si, après avoir été brisée par une très-forte pression et traversée par de nombreux plans de divisions, cette masse de fer avait été soumise à une action oxydante qui aurait pénétré très-profondément dans son intérieur, jusque dans les moindres fissures, quelque minces qu'elles fussent [2] ». Tous les échantillons que j'en ai reçus à diverses reprises offrent le même caractère. On voit que ce fendillement général de la masse de fer, comparable à un *craquelé*, et l'injection de l'oxyde magnétique dans toutes les fissures, présentent une ressemblance complète avec le résultat de l'expérience directe.

» Les rejets qui correspondent à certaines veinules noires avaient conduit M. de Reichenbach à conclure que, outre celles qui se sont formées dans l'atmosphère, comme nous venons de le voir, il en est d'origine cosmique. Mais cette distinction ne paraît pas fondée : ce que l'expérience a fait

---

(1) *Meteorite von Pultusk*, p. 10.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1509.

reconnaître sur le mode de formation des surfaces frottées explique les rejets que présentent des fissures formées presque simultanément, lors de la rupture.

» D'ailleurs, aussi bien que le creusement des cupules, les frictions et les surfaces striées intérieures peuvent être produites avant la rupture complète de la masse et la formation de fragments isolés. Cela explique pourquoi les rejets n'ont pas, en général, laissé de traces à la surface des météorites.

» *Marbrures noirâtres de certaines météorites.* — Des marbrures noirâtres sont bien connues dans certaines météorites, par exemple dans celles de Chantonnay, de Murcie, de Mexico (Philippines); elles se trouvent également dans la météorite tombée le 28 juin 1876 à Ställdalen (Suède). De plus ces veinules se rattachent, en général, aux veinules noires et aux surfaces frottées. Il nous paraît que ces marbrures noires, dont la coloration noire est due à l'action de la chaleur, comme l'a reconnu M. Stanislas Meunier, peuvent s'expliquer simplement. Les gaz incandescents de l'atmosphère, tout en injectant vers l'intérieur des veinules provenant de l'enduit en fusion, ont pu eux-mêmes produire des effets calorifiques sur la substance même de la météorite; en pénétrant à proximité de certaines fissures capillaires, ils ont flambé une partie de la masse et ont contribué à la formation des marbrures foncées dont il s'agit.

» Dans la prochaine séance, j'aurai l'honneur de présenter d'autres déductions de l'expérience. »

GÉOLOGIE. — *Recherches sur les terrains tertiaires de l'Europe méridionale.* Deuxième partie : *Terrains tertiaires du Vicentin;* par MM. **Hébert** et **Munier-Chalmas** (¹).

« Nous suivrons, pour le Vicentin, le même ordre que celui que nous avons adopté pour la Hongrie : nous étudierons les couches, en allant des plus anciennes aux plus récentes.

» Dans ce résumé succinct, il ne nous sera pas toujours possible, faute de place, de séparer nos observations personnelles des faits qui ont déjà été mis en évidence par d'autres géologues, notamment par MM. Suess et Bayan.

» Notre but est surtout d'établir aussi clairement que possible la suc-

(¹) Voir p. 122 et 181 de ce volume.

cession des couches, et de chercher à jeter quelque lumière sur un sujet qui laisse encore dans l'obscurité un certain nombre de points importants. Nous devons dire cependant que, depuis les travaux remarquables d'Alex. Brongniart sur les terrains tertiaires du Vicentin, le Mémoire de M. Suess peut être considéré comme le plus grand progrès apporté à la géologie de cette région. D'un autre côté, il est bien à regretter que l'éminent professeur de l'Université de Vienne n'ait pas encore publié les nombreuses coupes géologiques qu'il a relevées, et qui ont servi de base à la succession stratigraphique qu'il a publiée.

I.

Calcaires à Nummulites Bolcensis, *Mun.-Ch., et* Rhynchonella polymorpha, *Massal.* (1).

» La partie la plus ancienne des couches tertiaires du Vicentin se voit dans le voisinage immédiat de la craie, près de Bolca, au pied de Monte Spilecco, au hameau de Gracchio, situé sur le chemin de Crespadoro à Bolca, et sur la route qui conduit de Chiampo au col de Croce-Grande.

» Ce groupe inférieur, qui est visible seulement sur une épaisseur de 20 à 25 mètres, est en général formé de calcaires blancs, grisâtres, très-compactes, renfermant en abondance des *Bourgueticrinus* et une espèce nouvelle de Nummulites qui paraît avoir complétement échappé aux autres observateurs.

» Au Monte Spilecco le contact de ces calcaires avec la craie n'est pas visible : une faille relativement peu importante vient se placer entre les deux; mais sur la route de Chiampo à Croce-Grande, où il n'existe pas de faille, les couches crétacées et les assises tertiaires, qui sont concordantes, ne se trouvent séparées que par une très-faible épaisseur de strates invisibles.

» A Gracchio, ces calcaires renferment de nombreux silex compactes. A Monte Spilecco on observe, vers le milieu de ces assises, environ 3 mètres de calcaire ferrugineux et fendillé, dans les parties terreuses duquel on peut recueillir en grande quantité :

Rhynchonella polymorpha, Massalongo,
Bourgueticrinus Suessi, M.-Ch.,
Nummulites Bolcensis, M.-Ch.

» Plus, de nombreuses dents de Squales, des valves d'*Ostrea* et des

(1) Tuf de Spilecco de M. Suess.

radioles d'Échinides. On retrouve ces mêmes fossiles dans les calcaires qui sont au-dessus et au-dessous du banc rouge dont nous venons de parler.

» Dans ce travail, nous laisserons de côté tout ce qui touche aux rapports qui existent entre les couches volcaniques et les assises sédimentaires; nous nous sommes fait sur ce sujet une opinion tout à fait différente de celle qui a été émise par les auteurs qui nous ont devancés. Sans entrer dans plus de détails, nous dirons seulement que nous espérons pouvoir démontrer que, dans toutes les localités dont nous parlerons, les éruptions volcaniques sont postérieures aux couches tertiaires, et que les alternances tant de fois citées, des basaltes avec les bancs de calcaire, ne sont qu'apparentes.

II.

Couches à Poissons de Monte Bolca et couches à Alvéolines de Monte Postale.

» Le val del Fiume, profonde vallée qui part de Monte Bolca et sépare Monte Postale de Monte Velleco, montre, sur son versant gauche, au-dessous de Monte Postale, une épaisse série de calcaires fossiles, dont quelques bancs sont pétris d'Alvéolines. Ce système renferme le célèbre gisement de Poissons décrits par Agassiz, et dont notre Muséum possède une si belle collection.

» Les gisements de Poissons sont accidentels, mais les Alvéolines abondent partout où ce deuxième système existe. C'est ainsi qu'en montant de Chiampo au col de Croce-Grande, on le rencontre à un niveau bien supérieur à celui qu'occupent les calcaires à *Rhynchonella polymorpha*. La situation relative des deux systèmes est tout à fait inverse à Bolca, par suite d'une faille considérable qui a abaissé les calcaires à Alvéolines bien au-dessous de la craie.

» *Calcaire de Monte Postale à Cerithium gomphoceras*. — Immédiatement au-dessus des couches précédentes, et se reliant intimement avec elles, se trouvent les calcaires exploités au Monte Postale. Ici encore, la roche est pétrie d'Alvéolines; mais une faune nouvelle apparaît : d'abord quelques rares Nummulites et la *Nerita Schmiedelliana*, puis, vers le sommet, des fossiles plus nombreux dont les principaux sont :

Cerithium gomphoceras, Bayan,	*Trochus Zignoi*, Bayan,
» *paleochroma*, Bayan,	*Strombus pulcinella*, Bayan,
» *vicetinum*, Bayan,	*Rostellaria Postalensis*, Bayan,
» *Chaperi*, Bayan,	

Pyrena, *Terebellum*, *Lucina*, *Cardium*, *Avicula*, etc.

» C'est une faune tout à fait spéciale; on y rencontre cependant quelques espèces du bassin de Paris :

Natica cæpacea,	*Nerita Schmiedelliana,*
» *hybrida,*	*Hipponyx cornucopiæ.*

» On n'y a pas trouvé d'Échinides.

III.

Calcaires à Nummulites perforata, N. spira *et* N. complanata.

» A une très-faible distance de Monte Postale, à Brusa-Ferri, on voit des couches à Nummulites avec Échinodermes (*Cyclaster amœnus, Periaster verticalis*, etc.) alterner avec des calcaires à Alvéolines. Leur partie supérieure renferme les espèces dont la réunion constitue un horizon si bien marqué en Hongrie, savoir : *Nummulites perforata, N. spira, N. complanata*, mais toutefois de taille plus petite. Ici, malheureusement, les rapports stratigraphiques entre les systèmes II et III ne paraissent pas très clairs; mais nous retrouvons, auprès de Malo, à quelques lieues au Nord-Est, dans le ravin de la Ghichelina, les calcaires à Alvéolines, d'abord seuls, puis associés à la *Nummulites spira* de petite taille; à 45 ou 50 mètres au-dessus de la base de ces couches vient, au sommet du ravin, une assise épaisse de 12 mètres, où abondent les trois espèces de Nummulites de grande taille, et, en outre, le *Conoclypus conoideus*.

» La localité où cette assise supérieure fournit le plus de fossiles est San-Giovanni Ilarione. Là, dans le calcaire désagrégé par les émissions volcaniques, se trouvent un grand nombre d'espèces identiques à celles du calcaire grossier inférieur de Paris.

» A la liste déjà donnée par l'un de nous ([1]) nous ajouterons les espèces suivantes :

Diastoma costellata, Lamk. spec.,	*Murex tripteroides*, Lamk.,
Nerita Schmiedelliana, Chemn.,	*Strombus Bartonensis*, Sow. (*S. ornatus*, Desh.),
Cerithium lamellosum, Brug.,	*Crassatella plumbea*, Desh.,
» *Leufroyi*, Mich.,	*Cardium obliquum*, Lamk.
» *striatum*, Brug. (*C. nudum*, Lamk.),	

» Les Échinodermes, nombreux à ce niveau, diffèrent des espèces du bassin de Paris; mais ce sont en grande partie les mêmes que ceux que l'on

---

([1]) HÉBERT, *Terrain nummulitique de l'Italie septentrionale, etc.* (*Comptes rendus*, séance du 7 août 1865).

rencontre auprès d'Einsiedeln (Suisse), dans des couches qui renferment également beaucoup de fossiles du calcaire grossier inférieur. Nous citerons notamment :

Pygorynchus Mayeri, Ag.,	*Pericosmus spatangoides*, Desor sp.,
Echinolampas subcylindricus, Desor,	*Prenaster alpinus*, Desor,
Hemiaster nux, Desor,	*Amblypygus dilatatus*, Ag.

IV.

Couches de Ronca.

» Sous ce nom nous comprenons :

» 1° Des couches saumâtres, remplies de Cérites, qui sont à la base;

» 2° Des couches complétement marines qui recouvrent directement les précédentes.

» Ces deux systèmes, intimement liés entre eux au point de vue paléontologique, renferment une faune extrêmement riche, qu'on n'a pas encore retrouvée ailleurs dans le Vicentin.

» Jusqu'ici on n'a pu établir statigraphiquement leur véritable position par rapport aux autres assises.

» Dans la Note citée ci-dessus, les couches de Ronca ont été considérées comme plus récentes que celles de San-Giovanni Ilarione, en raison de l'affinité que présente la faune de l'assise inférieure avec celle du calcaire grossier supérieur de Paris.

» Ce classement est maintenant justifié par les observations faites en Hongrie, où ces diverses faunes se retrouvent dans un ordre facile à constater.

» Les couches saumâtres à Cérites et à *Strombus Fortisii*, terminées par un banc d'Anomies et d'Huîtres, sont recouvertes par des calcaires, quelquefois bitumineux, où abondent de grandes espèces de Mollusques. Parmi les principales, nous citerons :

Natica cœpacea, Lamk.,	*Phorus agglutinans*, Lamk.,
» *perusta*, Brongn.,	*Cerithium lamellosum*, Brug.,
» *epiglottina*, Lamk.,	*Chama calcarata*, Lamk.,
» *Studeri*, Quenst. sp.	*Corbula exarata*, Desh.,
Nerita Schmiedelliana, Chemn.,	*Corbis lamellosa*, Lamk.,
Hipponyx dilatatus, Defr.,	*Crassatella plumbea*, Desh.,
» *cornucopiæ*, Defr.,	*Nummulites complanata*, Lamk.

» Bien que cette faune se rapproche de celle de San-Giovanni Ilarione, ou plutôt de celle du calcaire grossier parisien, par un bon nombre d'espèces

communes, elle s'en distingue cependant par beaucoup de formes particulières, comme :

Fusus pachyraphe, Bayan,	*Strombus Tournoueri*, Bay.,
Cerithium Bedechei, Bay.,	*Voluta Besançoni*, Bay.,
» *Lachesis*, Bay.,	*Fimbria major*, Bay.,
Strombus Suessi, Bay.,	Etc.;

par quelques espèces des couches à Cérites :

Fusus subcarinatus, Lamk.,
Cerithium corvinum, Brong.,
Helix damnata, Brong.

et par l'absence d'Échinodermes si abondants à San-Giovanni-Ilarione. La faune des couches supérieures de Ronca semble être la continuation de celle de San-Giovanni Ilarione, après un intervalle pendant lequel des affluents d'eau douce ont favorisé le développement de la faune saumâtre des couches à Cérites.

» C'est ainsi que, dans le bassin de Paris, nous trouvons entre les faunes marines du calcaire grossier inférieur et des sables de Beauchamp beaucoup d'espèces communes, bien que les dépôts qui renferment ces faunes soient séparés par les couches saumâtres du calcaire grossier supérieur.

» Nous avons vu précédemment que la faune de Ronca se retrouve en Hongrie dans les couches à *Nummulites striata*. De part et d'autre, sont réunies dans le même banc les espèces suivantes :

Fusus roncanus, Brong.,	*Nerita Schmiedelliana*,
Pyrena combusta, Brong.,	*Bayana lactea*, Lamk. sp.,
Cerithium calcaratum, Brong.,	*Diastoma costellata*, Lamk. sp.,
» *corvinum*, Brong.,	*Corbula exarata*, Desh.,
Strombus Tournoueri, Bayan,	*Crassatella plumbea*, Desh.

» De part et d'autre aussi, c'est au-dessus de ce niveau que commence le grand système des couches à Orbitoïdes.

» Tous ces faits établissent d'une manière certaine que le système de Ronca est postérieur à celui de San-Giovanni Ilarione, contrairement à ce qui avait été dit par plusieurs géologues.

» Les couches qui succèdent aux précédentes dans l'ordre chronologique sont celles que M. Suess a comprises sous le nom de *groupe de Priabona*. C'est au sud-ouest de Malo, sur la route qui conduit au village de Priabona, que se montre ce groupe avec un très-beau développement.

» Or, les couches à grandes Nummulites (*N. spira*) du haut du ravin de la Ghichelina peuvent se suivre au sud jusqu'à un monticule bas et al-

longé qui précède la butte escarpée du moulin de Granella (Boro), sous laquelle ces couches plongent; mais la continuité est interrompue par une dislocation qui, à l'est de cette butte, a relevé les couches à la verticale, tandis que celles de la butte sont restées horizontales.

» C'est ici que viendraient se placer les couches de Ronca.

V.

Couches à Cerithium Diaboli.

» On observe, à la base de la butte de la Granella, des calcaires qui ont une épaisseur d'environ 40 mètres.

» Leur partie inférieure, qui est formée par des bancs marneux et schisteux, renferme en assez grand nombre

Cerithium Diaboli, Brongn., *Bayania semidecussata*, Lamk., *Cerithium Granellense*, M.-Ch., *Ostrea*, sp., *Anomya* sp.

On y trouve, en outre, de nombreuses pinces de Crustacés et des débris de végétaux.

» Vers leur partie supérieure ces calcaires, qui forment des bancs plus épais, renferment deux espèces de Nummulites dont la plus petite est identique à celle qui se trouve à Faudon. On doit encore signaler dans ces assises la présence de *Schizaster*, de *Spondylus* et du *Nerita Schmiedelliana*.

» Nous voyons dans cet horizon l'équivalent des calcaires à petites Nummulites de Faudon et des Diablerets, qui n'avaient pas encore été signalés dans le Vicentin, et qui là, comme dans les Alpes, viennent se placer immédiatement au-dessous des couches à Orbitoïdes et Operculines, dont ils forment la base.

» Bientôt on voit, en effet, sans qu'il y ait un grand changement dans la nature de la roche, la faune se modifier peu à peu, et l'on arrive aux couches du *groupe de Priabona*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un exemple de réduction d'intégrales abéliennes aux fonctions elliptiques;* par M. A. CAYLEY.

« Je reprends l'investigation de M. Hermite par rapport aux intégrales réductibles $\int \frac{(1, x)\,dx}{\sqrt{x.1 - x.1 + ax.1 + bx.1 - abx}}$ publiée sous ce même titre : *Sur un exemple, etc.* (*Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1876.)

» Nous avons les constantes a, b et les variables x, y, u, v; et en

posant

$$\mathrm{X} = x.1 - x.1 + ax.1 + bx.1 - abx,$$
$$\mathrm{Y} = y.1 - y.1 + ay.1 + by.1 - aby$$

$\left(\text{et } \mathrm{c} = \sqrt{1 + a.1 + b}\right)$, M. Hermite a effectué l'intégration, par fonctions elliptiques, des équations différentielles

$$\frac{dx}{\sqrt{\mathrm{X}}} + \frac{dy}{\sqrt{\mathrm{Y}}} = -\ \frac{2}{\mathrm{c}}\ (du + dv),$$
$$\frac{x\,dx}{\sqrt{\mathrm{X}}} + \frac{y\,dy}{\sqrt{\mathrm{Y}}} = -\frac{2}{\mathrm{c}\sqrt{ab}}(du - dv);$$

il a en effet trouvé les expressions, au moyen des fonctions elliptiques de u, v, des fonctions symétriques $x + y$, xy, et, de là, des cinq fonctions a, b, c, d, e dont je vais parler.

Au cas d'une fonction X du sixième ordre, on a dans la théorie seize fonctions, savoir six fonctions a, b, c, d, e, f, et dix fonctions abf.cde, ..., ou (avec une notation plus simple) ab, ac, ad, ae, bc, bd, be, cd, ce, de : dans le cas d'une fonction du cinquième ordre, et ainsi dans le cas actuel, l'une des six fonctions, disons f, se réduit à l'unité, et l'on a les cinq fonctions a, b, c, d, e, et les dix fonctions ab, ..., de.

Présentement, ces fonctions sont

$$\mathrm{a} = xy,$$
$$\mathrm{b} = 1 - x.1 - y,$$
$$\mathrm{c} = 1 + ax.1 + ay,$$
$$\mathrm{d} = 1 + bx.1 + by,$$
$$\mathrm{e} = 1 - abx.1 - aby.$$
$$\mathrm{ab} = \left(\sqrt{x.1 - x.1 + ay.1 + by.1 - aby} - \sqrt{y.1 - y.1 + ax.1 + bx.1 - abx}\right)^2 \div (x - y)^2,$$
$$\mathrm{ac} = \left(\sqrt{x.1 + ax.1 - y.1 + by.1 - aby} - \sqrt{y.1 + ay.1 - x.1 + bx.1 - abx}\right)^2 \div (x - y)^2,$$
$$\mathrm{ad} = \left(\sqrt{x\ 1 + bx.1 - y.1 + ay.1 - aby} - \sqrt{y.1 + by.1 - x.1 + ax.1 - abx}\right)^2 \div (x - y)^2,$$
$$\mathrm{ae} = \left(\sqrt{x.1 - abx.1 - y.1 + ay.1 + by} - \sqrt{y.1 - aby.1 - x.1 + ax.1 + bx}\right)^2 \div (x - y)^2,$$
$$\mathrm{bc} = \left(\sqrt{1 - x.1 + ax\ y.1 + by.1 - aby} - \sqrt{1 - y.1 + ay.x.1 + bx.1 - abx}\right)^2 \div (x - y)^2,$$
$$\mathrm{bd} = \left(\sqrt{1 - x.1 + bx.y.1 + ay.1 - aby} - \sqrt{1 - y.1 + by.x.1 + ax.1 - abx}\right)^2 \div (x - y)^2,$$
$$\mathrm{be} = \left(\sqrt{1 - x.1 - abx.y.1 + ay.1 + by} - \sqrt{1 - y.1 - aby.x.1 + ax.1 - bx}\right)^2 \div (x - y)^2,$$
$$\mathrm{cd} = \left(\sqrt{1 + ax.1 + bx.y.1 - y.1 - aby} - \sqrt{1 + ay.1 + by.x.1 - x.1 - abx}\right)^2 \div (x - y)^2,$$
$$\mathrm{ce} = \left(\sqrt{1 + ax.1 - abx.y.1 - y.1 + by} - \sqrt{1 + ay.1 - aby.x.1 - x.1 + bx}\right)^2 \div (x - y)^2,$$
$$\mathrm{de} = \left(\sqrt{1 + bx.1 - abx.y.1 - y.1 + ay} - \sqrt{1 + ay.1 - aby.x.1 - x.1 + ax}\right)^2 \div (x - y)^2,$$

et je remarque que la différence de deux quelconques des fonctions ab, ac, ... est une fonction rationnelle et entière de x, y. On a, par exemple :

$$\text{ac} - \text{ad} = a - b \,.\; 1 - abxy,$$
$$\text{bc} - \text{bd} = a - b \,.\, -1 + ab(x+y) - abxy,$$
$$\text{be} - \text{cd} = 1 + a \,.\, 1 + b - 1 + abxy,$$
$$\text{ce} - \text{de} = a - b \,.\, -1 + (x+y) - abxy.$$

» En faisant, comme auparavant, $c = \sqrt{1 + a \,.\, 1 + b}$, et puis

$$ck = \sqrt{a} + \sqrt{b}, \quad cl = \sqrt{a} - \sqrt{b},$$
$$ck' = 1 - \sqrt{ab}, \quad cl' = 1 + \sqrt{ab};$$
$$\sigma = \text{sn}(u, k), \quad \sigma_1 = \text{sn}(v, l),$$
$$\gamma = \text{cn}(u, k), \quad \gamma_1 = \text{cn}(v, l),$$
$$\delta = \text{dn}(u, k), \quad \delta_1 = \text{dn}(v, l),$$

(où j'écris sn, cn, dn pour sinam, cos am, Δam), et, pour un moment,

$$\xi = \sqrt{ab}(\gamma\sigma_1\delta_1 + \gamma_1\sigma\delta), \quad \eta = c(-k'\sigma\gamma_1\delta_1 + l'\sigma_1\gamma\delta), \quad \zeta = \gamma\sigma_1\delta_1 - \gamma_1\sigma\delta, \text{(}^1\text{)}$$

x, y sont donnés au moyen des fonctions elliptiques σ, γ, δ, σ_1, γ_1, δ_1 de u, v par les équations

$$x + y = \frac{\xi^2 + \zeta^2 - \eta^2}{\xi^2}, \quad xy = \frac{\zeta^2}{\xi^2},$$

ou, ce qui est la même chose, on a identiquement

$$\xi^2 z^2 - (\xi^2 + \zeta^2 - \eta^2) z + \zeta^2 = \xi^2 \,.\, z - x \,.\, z - y,$$

de manière que x, y sont les racines de l'équation quadrique

$$\xi^2 z^2 - (\xi^2 + \zeta^2 - \eta^2) z + \zeta^2 = 0.$$

(¹) En écrivant

$$\xi' = \gamma\sigma_1\delta_1 + \gamma_1\sigma\delta, \quad \eta' = -k'\sigma\gamma_1\delta_1 + l'\sigma_1\gamma\delta, \quad \zeta' = \gamma\sigma_1\delta_1 - \gamma_1\sigma\delta,$$

on a

$$\xi = \sqrt{ab}\,\xi', \quad \eta = c\eta', \quad \zeta = \zeta';$$

je me sers, dans la suite, de ce symbole

$$\xi'_1 = \gamma\sigma_1\delta_1 + \gamma_1\sigma\delta.$$

On a l'identité (due à M. Hermite)

$$\begin{aligned}(Pz^3 + Qz^2 + Rz + S)^2 - c^2\delta^2\delta_1^2(\sigma^2 - \sigma_1^2)^2 Z \\ = [\sigma^2(1+az)(1+bz) - c^2 z][\sigma_1^2(1+az)(1+bz) - c^2 z] \\ \times [\xi^2 z^2 - (\xi^2 + \zeta^2 - \eta^2)z + \zeta^2],\end{aligned}$$

ou

$$Z = z.1 - z.1 + az.1 + bz.1 - abz,$$

et alors les valeurs de P, Q, R, S sont

$$\begin{aligned}P &= -ab\sqrt{ab}\,\sigma\sigma_1(\gamma\sigma_1\delta_1 + \gamma_1\sigma\delta), \\ Q &= \sqrt{ab}\,\sigma\sigma_1[-(a+b-\sqrt{ab})\gamma\sigma_1\delta_1 - (a+b+\sqrt{ab})\gamma_1\sigma\delta] \\ &\quad + c^2\sqrt{ab}(\delta\sigma_1\gamma_1 + \delta_1\sigma\gamma), \\ R &= \sigma\sigma_1[(a+b-\sqrt{ab})\gamma\sigma_1\delta_1 - (a+b+\sqrt{ab})\gamma_1\sigma\delta] \\ &\quad + c^2(\delta\sigma_1\gamma_1 - \delta_1\sigma\gamma), \\ S &= \sigma\sigma_1(\gamma\sigma_1\delta_1 - \gamma_1\sigma\delta),\end{aligned}$$

lesquelles peuvent aussi s'écrire comme il suit :

$$\begin{aligned}P &= -ab\sigma\sigma_1\xi, \\ Q &= -ab\sigma\sigma_1\zeta - c^2\sqrt{ab}\,\sigma\sigma_1(l^2\gamma\sigma_1\delta_1 + k^2\gamma_1\sigma\delta) + c^2\sqrt{ab}(\delta\sigma_1\gamma_1 + \delta_1\sigma\gamma), \\ R &= \sigma\sigma_1\xi + c^2\sigma\sigma_1(l^2\gamma\sigma_1\delta_1 - k^2\gamma_1\sigma\delta) + c^2(\delta\sigma_1\gamma_1 - \delta_1\sigma\gamma), \\ S &= \sigma\sigma_1\zeta,\end{aligned}$$

et je remarque l'équation

$$\begin{aligned}P + Q + R + S &= c^2\gamma\gamma_1(-k'\sigma\gamma_1\delta_1 + l'\sigma_1\gamma\delta) \\ &= c^2\gamma\gamma_1\eta.\end{aligned}$$

» En écrivant successivement $z = x$, $z = y$, et en choisissant convenablement les signes des radicaux, on obtient

$$\begin{aligned}Px^3 + Qx^2 + Rx + S &= c\delta\delta_1(\sigma^2 - \sigma_1^2)\sqrt{X}, \\ Py^3 + Qy^2 + Ry + S &= c\delta\delta_1(\sigma^2 - \sigma_1^2)\sqrt{Y};\end{aligned}$$

on conçoit sans peine que c'est à cause de ces expressions rationnelles des radicaux que l'intégration des équations différentielles réussit. »

GÉOGRAPHIE ET AGRICULTURE. — *Troisième Note sur le projet de création d'une mer saharienne;* par M. E. Cosson.

« La Note que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, dans sa séance du 2 de ce mois, en réponse à une communication de M. Roudaire, me paraissait avoir démontré qu'aucun des avantages attribués à la création de la mer dite intérieure de l'Algérie ou saharienne n'était établi, et que cette mer, d'une utilité problématique pour l'intérêt général, constituerait un véritable danger pour les intérêts français. Dans la dernière séance (23 juillet), deux de nos éminents confrères, MM. d'Abbadie et de Lesseps, ainsi que l'auteur même du projet, ont contesté l'exactitude de faits que j'avais avancés et révoqué en doute les conséquences que j'en tirais. Pour ne pas abuser des instants de l'Académie, je présenterai mes réponses sous la forme collective la plus concise, et dans l'ordre même que j'ai adopté dans mon précédent article, en évitant de reproduire les arguments que j'ai déjà exposés avec des détails suffisants.

» 1° Le climat général de l'Algérie et de la Tunisie ne pourrait, comme l'a avancé M. Roudaire, être changé par la création d'un bassin d'une étendue relativement aussi faible que celle de la mer projetée. La modification du climat local lui-même, que M. d'Abbadie paraît seulement admettre, serait nulle ou presque nulle, ou, si elle se produisait au voisinage immédiat de la mer, elle serait nuisible à la production de la datte.

» Je suis loin d'avoir nié l'intensité de l'évaporation dont la nouvelle mer serait le siége, surtout sous l'influence du siroco; cette intensité d'évaporation serait même un danger, en raison de l'étendue des surfaces alternativement inondées et exondées où elle se produirait. Mais ce que j'ai contesté, c'est que les vapeurs émises dussent nécessairement retomber en pluies soit dans la région même de la mer ou dans son voisinage, au lieu de se disséminer dans le Sahara, de se perdre au-dessus de la Méditerranée ou de se condenser dans la chaîne de l'Aurès ou ailleurs sur des espaces limités. Les vapeurs surchauffées par les températures élevées du Sahara se condenseraient bien plutôt soit sur les versants nord de la chaîne de l'Aurès soit sur les Hauts-Plateaux, où la température est plus basse, que sur le versant sud de la chaîne dont la température se rapproche davantage de celle du Sahara lui-même. M. Naudin a cité l'exemple frappant d'un fait analogue en France : Béziers, Agde, Narbonne, etc., malgré le voisinage de la mer et celui des montagnes des Cévennes, qui paraîtraient

devoir barrer les vents chargés de vapeurs maritimes, ont un climat chaud et très-sec, tandis que, au contraire, les plateaux, les versants occidentaux et septentrionaux des Cévennes sont arrosés par des pluies abondantes et souvent quotidiennes, dont les habitants des localités situées au sud de la chaîne ne voient que passer les nuages.

» Pour fertiliser les terres situées entre l'Aurès et le chott Melghir, il n'est pas besoin de forer des puits artésiens : il suffirait de bien aménager les eaux fournies par les ravins de l'Aurès, par l'Oued Biskra, par l'Oued El-Abiod, l'Oued El-Arab, etc. A partir de Chegga, c'est-à-dire au voisinage du chott, le forage de puits artésiens abondants est partout facile, comme le démontre le nombre des puits établis ou restaurés par l'Administration française, grâce à l'initiative du général Desvaux, secondé par le regrettable Ch. Laurent et les dévoués continuateurs de cette œuvre moins grandiose que la nouvelle mer, mais d'une utilité moins contestable.

» Je n'ai pas dit que le voisinage de la mer soit nécessairement nuisible au Dattier, mais j'ai insisté sur ce fait que l'influence maritime est généralement défavorable à la production des dattes des meilleures variétés. Une localité voisine de la mer peut produire de bonnes dattes si, par la disposition du terrain ou toute autre cause, elle est soustraite aux vents chargés d'émanations salines; ce ne serait pas le cas pour les oasis situées au voisinage de la mer projetée, où, en raison du nivellement d'un sol sans relèvement notable, les vents peuvent se faire sentir indifféremment dans toutes les directions. Si en Tunisie les dattes du littoral méridional et de l'île de Djerba sont moins savoureuses que celles du Blad-el-Djerid, cela ne tient pas, comme le pense M. de Lesseps, à ce qu'elles sont fournies par des Dattiers de variétés inférieures, mais bien à ce que les meilleures variétés de Dattiers n'y donnent plus que de moins bons produits. Il en est de même à Biskra, à El-Kantara, à Laghouat, dans tous les Ksour du sud de la province d'Oran, c'est-à-dire sur les points où le Dattier est à la limite de sa véritable zone de culture ou dans des conditions défavorables.

» 2° J'ai assez insisté sur le peu d'importance qu'aurait la nouvelle mer au point de vue commercial pour ne pas revenir sur ce côté de la question. Je me bornerai à rappeler que les caravanes, ayant d'immenses distances à parcourir, tiendront toujours, dans le choix de leur route, plus compte des difficultés de la traversée des grandes dunes des Areg, qu'elles ont à franchir dans leur plus grande étendue pour gagner l'Algérie, que de la faible réduction de trajet résultant de la nouvelle mer, laquelle ne leur

éviterait, du reste, aucuns frais de transbordement. Un autre motif encore détermine les caravanes à délaisser l'Algérie pour le Maroc et la Tripolitaine : c'est l'abolition absolue de la traite des nègres dans nos possessions. Si, avant la domination française, elles se rendaient en Algérie par Ouargla, c'est qu'elles y trouvaient un vaste marché ouvert à la vente des esclaves, principal article d'exportation du Centre-Afrique.

» 3° Sauf sur quelques points, où il y a mélange des eaux salées et des eaux douces fournies par des sources ou des puits effondrés, points où croissent les grands roseaux dont parle M. Roudaire, les bords du chott Melghir n'offrent que les plantes caractéristiques des terrains fortement salés, telles que des *Suæda*, des *Salsola*, des *Atriplex*, des *Caroxylon*, des *Arthrocnemum*, etc., qui y acquièrent un développement exceptionnel. Cette végétation révèle la salure intense des eaux qui s'accumulent dans le lit du chott en hiver. En été ce lit est à sec, et dès le mois d'avril il est souvent presque desséché, ainsi que j'ai pu le constater; l'extrême salure des eaux ou la couche de sel qui le recouvre en rend alors le voisinage moins dangereux que celui des mares d'eau douce, des puits artésiens effondrés ou des eaux que les indigènes laissent croupir dans les canaux d'irrigations (saguias) de leurs oasis. Avec la mer nouvelle, le danger, qui actuellement n'est que temporaire, deviendrait permanent, car il y aurait constamment et en toutes saisons des variations de niveau. L'influence du flux et du reflux, celle des vents si intenses dans cette région et d'autres causes amèneraient l'exondation et la submersion alternatives d'immenses plages vaseuses à pentes presque insensibles qui, comme l'a dit M. Naudin, seraient une véritable cause de pestilence.

» La nouvelle mer, ne pouvant, comme le reconnaît M. Roudaire, subvenir à l'immense évaporation de sa surface que par la rapidité du courant qui devrait s'y établir de la Méditerranée à ses plages occidentales, serait, pour me servir de l'expression caractéristique de M. Naudin, un *immense fleuve à rebours;* dans sa partie occidentale algérienne, les alluvions et les détritus de toutes sortes viendraient incessamment s'accumuler et augmenter encore les causes d'insalubrité, en formant barrage à l'écoulement des eaux douces fournies par les innombrables ravins, par les saguias et par les puits effondrés qui actuellement se déversent dans le chott.

» On sait que c'est surtout le mélange des eaux salées et des eaux douces qui, dans les pays chauds, amène les plus grands dangers d'infection paludéenne. Dans l'état actuel, on peut y remédier par le boisement,

par la plantation d'oasis nouvelles, par l'aménagement des eaux douces que l'on emploiera à l'irrigation ou que l'on concentrera dans des espaces limités au moyen de fossés ou de tranchées; mais il n'en serait plus de même lorsque par d'immenses travaux de creusement on aurait amené la confluence de l'eau de mer avec les eaux douces qui existent généralement à une faible profondeur comme le reconnaît M. Roudaire, et comme je l'ai constaté moi-même.

» 4° Je n'ai pas à revenir sur les considérations que j'ai exposées pour montrer que la mer rêvée, loin d'assurer la sécurité de notre domination, serait pour elle un danger permanent. Ces considérations n'ont pas besoin d'être plus explicites pour être évidentes.

» Les explorations complémentaires que M. le capitaine Roudaire se propose d'entreprendre auront sans doute une importance scientifique, la Commission de l'Académie chargée de l'examen des travaux de nivellement qu'il a déjà exécutés en a reconnu l'intérêt; mais, sans attendre les résultats des nouvelles recherches, je n'hésite pas à affirmer que les avantages attribués au projet ne paraissent pas supporter une discussion sérieuse.

» La connaissance du pays et mes études sur la région me démontrent toute la valeur des réserves faites par notre illustre Secrétaire perpétuel M. Dumas, et par notre éminent confrère M. Daubrée. Je me propose de reprendre la question lorsque M. Roudaire aura terminé son travail d'ensemble; il me sera facile de démontrer par les faits qu'il a constatés lui-même la presque impossibilité de la réalisation de la mer projetée. Les avantages hypothétiques du projet ne sauraient d'ailleurs être mis en parallèle avec l'énormité de la dépense, avec les inconvénients et les dangers qu'entraînerait sa réalisation. »

GÉOGRAPHIE. — *Organisation de la première station scientifique et hospitalière de l'Association internationale africaine.* Note de M. DE LESSEPS.

« Le Comité français de l'Association internationale africaine, fondée par S. M. le Roi des Belges, s'est constitué à Paris, sous la protection du Maréchal Président de la République. Il m'a fait l'honneur de me nommer son Président. A ce titre, je ferai connaître à l'Académie les progrès de cette institution qui intéresse toutes les sciences. Je suis heureux de commencer aujourd'hui par donner la bonne nouvelle de l'organisation et du prochain

départ du personnel de la première station scientifique et hospitalière à établir au centre de l'Afrique.

» Je communique à l'Académie la Lettre que je reçois à ce sujet, de la part du roi des Belges :

« Le personnel européen de la première station à établir en Afrique a été désigné : M. Crespel en est le chef; M. Cambier et M. Maes, docteur ès Sciences naturelles, l'accompagneront. Grâce à des offres obligeantes qui ont été faites à l'Association internationale, des arrangements ont été pris pour établir un dépôt à Zanzibar et une agence dans l'Uniamwcsi, ce qui permettra de placer la première station scientifique et hospitalière assez avant dans l'intérieur du continent, sur les bords du lac Tanganyika ou même au delà. M. Marno, connu par ses nombreux voyages en Afrique, accompagnera l'expédition en qualité d'explorateur. Sa mission est de visiter les pays inconnus à l'ouest du Tanganyika, et d'y rechercher les emplacements les plus favorables à l'établissement de nouvelles stations.

» Les voyageurs s'occupent avec activité de leurs préparatifs de départ et ont l'espoir d'être bientôt en mesure de s'embarquer pour l'Afrique. »

VITICULTURE. — *Production de galles phylloxériques sur les feuilles des cépages du midi de la France.* Lettres de M. **H. Marès**, délégué de l'Académie, à M. Dumas.

24 juillet 1877.

« La production de galles phylloxériques sur les feuilles des cépages dont sont complantées, dans la Provence et le Bas-Languedoc, les vignes envahies et détruites par le Phylloxera, est un fait qui jusqu'à présent s'est rarement présenté. MM. Planchon et Lichstenstein trouvèrent en 1869, au mois de juillet, dans le département de Vaucluse, sur un cep de vigne qu'on leur désigna dans le pays sous le nom très-vague de *Tinto*, quelques feuilles portant un très-petit nombre de galles phylloxériques. Depuis, dans les innombrables excursions faites dans les vignes phylloxérées de la région méridionale, par les observateurs qui étudient le fléau sous lequel succombent depuis dix ans nos vignobles, les galles phylloxériques ont été recherchées, et n'ont pas été, que je sache, rencontrées. L'existence de ces galles, qui témoignent cependant d'une période particulière de la vie du Phylloxera sur la vigne, pouvait donc être considérée comme très-rare, peut-être même comme problématique, lorsque le 22 juillet, accompagné de M. Jeannenot, professeur à l'École d'Agriculture de Montpellier et secrétaire de la Commission du Phylloxera, j'ai eu l'occasion de les observer en assez grand nombre sur un cep français de l'École comparée de cépages français et américains, formée en 1876 dans les terrains d'expériences de

las Sorrès par la Commission de l'Hérault. Le cep ainsi attaqué appartient à une variété à raisin blanc, cultivée en Provence et dans le bas Languedoc, sous le nom de *Colombaud*. Dans le vignoble de Marseillan, sur les bords de l'étang de Thau, il est connu sous le nom de *Grègues*. C'est une belle et vigoureuse variété, qui jusqu'à présent est considérée, parmi les cépages français, comme la plus résistante aux attaques du Phylloxera. Elle est fertile, porte des grappes volumineuses à beaux grains blancs transparents, et pousse des sarments érigés, longs et vigoureux. Elle porte une feuille lisse, pleine, bien développée. Les galles phylloxériques qu'on observe sur notre Colombaud sont placées sur l'extrémité tendre et en pleine végétation d'un jeune sarment qui a plus d'un mètre de longueur, et qui pénètre dans le feuillage étalé sur le sol d'un cep américain de *Clinton*, planté à côté de lui à $1^{m},50$ de distance. Les feuilles du Clinton sont, depuis quelques jours, couvertes de galles phylloxériques ; c'est au point où commence le contact du sarment de Colombaud, avec la première feuille garnie de galles du Clinton que se trouve placée la première feuille du Colombaud portant aussi des galles. Celles-ci ne se sont développées sur le plant français que lorsque l'extrémité du sarment de ce dernier, encore très-tendre et à l'état d'active végétation, s'est étalée sur les feuilles déjà phylloxérées du Clinton. Le début de l'infection sur la première feuille attaquée du Colombaud ne me paraît pas remonter au delà de six à sept jours, tandis que celle du Clinton pourrait bien être de quinze à vingt jours plus ancienne.

A mesure que le Colombaud pousse et qu'il forme de jeunes feuilles, ces dernières, encore toutes petites et fort tendres, se garnissent de galles. Celles-ci grossissent en quelques jours et laissent apercevoir, quand on les ouvre, une pondeuse entourée de ses œufs, comme dans les galles des feuilles américaines, mais jusqu'à présent elles y sont beaucoup moins nombreuses. Tandis que sur le Clinton elles sont parfois assez multipliées pour couvrir toute la surface de la feuille, sur le Colombaud on ne les voit encore qu'isolées, ou très-clair-semées.

» Le Clinton ainsi atteint n'a, comme le Colombaud, que seize mois de plantation. Jusqu'à présent, ce sont les seuls sujets attaqués sur les feuilles dans les carrés qui forment l'école de vignes. Sur les racines de ces deux ceps, les Phylloxeras sont encore rares.

» Dans tous les cas, la manière dont cet insecte a formé ses galles sur le Colombaud indique clairement les conditions dans lesquelles il convient de maintenir les feuilles, pour que le Phylloxera puisse les piquer et s'y multiplier. Il est très-probable que le même fait de production de galles

phylloxériques se rencontrera sur d'autres cépages français, à mesure qu'ils pourront mêler leurs pampres en plein état de végétation et d'élongation à ceux déjà phylloxérés de vignes américaines, leurs voisines.

» Le cep de Colombaud à galles phylloxériques dont il est question dans cette Note est de la plus grande vigueur; son développement est magnifique pour un cep planté en simple bouture non racinée, au mois de mars 1876, c'est-à-dire depuis seize mois seulement. Il est d'ailleurs peu éloigné de Grenaches et de Carignanes, du même âge, qui ne lui cèdent en rien comme vigueur et comme développement, et qui, de plus, quoique venus d'un simple sarment bouturé, portent chacun plusieurs beaux raisins, depuis deux jusqu'à six. Jusqu'à présent, ces ceps n'ont pas été fumés; ils n'ont encore reçu, à la fin de juin 1877, qu'un seul traitement à trois trous de sulfocarbonate de potassium, à raison de 15 grammes par trou, soit 45 grammes par pied de vigne. Ce traitement va être prochainement renouvelé, à cause de l'apparition du Phylloxera sur les feuilles des deux sujets actuellement en observation.

» L'apparition des galles phylloxériques est un fait général cette année sur les ceps de Clinton et de Taylor, plantés en assez grand nombre à Montpellier et aux environs; elle remonte aux premiers jours du mois de juillet. Beaucoup de galles sont déjà ouvertes et vides; tous les jours on en voit de nouvelles se former en grand nombre; il se produit donc sans interruption une série de générations d'insectes qui s'emparent des jeunes feuilles à mesure qu'elles s'épanouissent et quand elles se forment au bout des pousses terminales.

» Sur certains de ces ceps américains, dont les sarments s'étalent sur le sol en couches serrées, cette production phylloxérique des galles est assez active pour qu'on puisse considérer cet épais tapis de verdure formé par les pampres rampants de la vigne comme un foyer permanent de poussières vivantes que le vent emporte au loin chaque fois qu'il souffle, et que les galles s'ouvrent pour laisser sortir de leurs cavités les jeunes insectes. Quand il pleut, ces poussières, composées de myriades de Phylloxeras, sont au contraire entraînées dans le sol. Il sera curieux de suivre les progrès de l'infection phylloxérique des racines comparativement à celle des feuilles. Pour le moment, les Phylloxeras radicicoles sont encore peu nombreux, quoique l'emploi du soufre en poudre n'ait pas réussi jusqu'à présent pour combattre les invasions du Phylloxera sur les racines. Il serait possible qu'il eût une action plus efficace contre celle de cet insecte sur les feuilles et qu'il en arrêtât la pullulation : c'est un fait à vérifier. »

« Montpellier, 28 juillet 1877.

» J'ai trouvé à Launac des galles phylloxériques sur des feuilles d'Aramon venues sur une greffe pratiquée sur un Clinton. Ce dernier est entouré d'autres ceps de Clinton qui commencent à se couvrir de galles sur leurs feuilles, et ces dernières, en contact avec celles de la jeune greffe d'Aramon, leur ont communiqué des insectes et des galles. J'en ai fait une préparation que j'enverrai sous peu à l'Académie. De plus, étant allé ce matin à las Sorès, j'ai constaté des galles phylloxériques sur des feuilles de Clairette en contact avec des feuilles de Clinton contaminées de galles.

» Le fait de la production des galles, au contact de rameaux de Clinton, eux-mêmes déjà couverts de galles, est donc un fait constaté : 1° sur le Colombaud, cépage à feuilles lisses; 2° sur l'Aramon, cépage dont les feuilles sont couvertes sur leur revers de villosités plus ou moins abondantes, car on trouve des Aramons à feuilles tantôt lisses, tantôt cotonneuses sur la face inférieure; 3° sur la Clairette, cépage dont les feuilles sont rugueuses et si cotonneuses sur leur revers qu'elles ont de ce côté une couleur blanche, qui contraste avec la face supérieure qui est vert foncé; cela d'ailleurs n'est pas étonnant, car le plus souvent les insectes piquent la feuille et y commencent leurs galles, quand l'organe foliacé se forme au bout du bourgeon et qu'il est encore tout jeune et très-tendre.

» Les feuilles de toutes variétés peuvent donc se couvrir de galles au contact des plants américains, sur lesquels celles-ci se développent naturellement. Sur les racines des ceps contaminés de galles, on trouve encore peu de Phylloxeras; cependant il y en a qui commencent à former des nodosités parfaitement constituées.

» J'ai trouvé ce matin à las Sorès, en faisant des sondages avec MM. Catta et Gastrime, des nymphes de Phylloxera, déjà garnies de leurs fourreaux d'ailes. L'essaimage du Phylloxera ailé va donc prochainement commencer. Jusqu'à présent cependant je n'ai pas encore aperçu d'insectes ailés. La multiplication du Phylloxera se fait actuellement en très-grande abondance; la pullulation est vraiment effrayante, aussi bien sur les racines que sur les feuilles.

» La campagne est brûlée par trois jours d'un mistral violent, et les vignes en sont très-fatiguées.

» *P. S.* — J'ai vainement cherché des galles, ces jours-ci, sur les feuilles des cépages de nos vignobles. Leurs feuilles ne prennent des galles qu'au contact des ceps américains déjà couverts eux-mêmes de ces excroissances.

A Launac, j'ai trouvé les insectes morts dans un grand nombre de galles du Clinton infecté. Il avait été soufré quelques jours avant le 20 juillet. »

M. P. **Gervais** fait hommage à l'Académie de la troisième édition de ses « Éléments de Zoologie ».

M. le **Président** annonce à l'Académie que la santé de notre illustre Confrère M. Le Verrier est entrée, depuis quelques jours, dans une voie meilleure, et que sa situation actuelle donne tout espoir de le voir reparaître bientôt parmi ses Confrères.

M. le Président charge MM. Fizeau, Vice-Président, et Bertrand, Secrétaire perpétuel, de se rendre auprès de M. Le Verrier pour lui témoigner toute la part que ses Confrères ont prise aux pénibles souffrances qui l'ont tenu depuis quelque temps éloigné de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Observations sur les équivalents chimiques, comparés aux éléments corpusculaires.* Mémoire de M. A. **Baudrimont**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« *Conclusions.* — Il résulte de l'ensemble des faits qui viennent d'être exposés :

» 1° Que, si les éléments chimiques appartiennent à une partie positive de la science, ils sont insuffisants pour en caractériser les progrès : car, étant invariables, ils ne peuvent représenter toutes les modifications pondérales que les corps peuvent éprouver;

2° Que, si les molécules échappent à l'observation directe, leur existence ne nous est pas moins révélée par un ensemble de propriétés du premier ordre. Elles sont tout à la fois en harmonie avec les proportions chimiques, les lois de Gay-Lussac et d'Avogadro, de Dulong et Petit, de Newmann, celles que j'ai formulées ([1]) et, de plus, avec l'isomorphisme, le polymorphisme, l'allotropie et enfin avec toutes les propriétés fondamentales des corps.

([1]) *Voir* mon *Traité de Chimie*, t. I, p. 112.

» Il est donc éminemment désirable que les hommes de science ne repoussent pas la théorie corpusculaire. Elle se rattache, on n'en peut douter, aux progrès et à l'avenir de la science.

» Si elle est encore éloignée du but que nous nous proposons d'atteindre, elle ne nous donne pas moins l'espoir qu'elle nous permettra d'avoir une idée précise des sciences naturelles, de les présenter dans un ordre synthétique et, finalement, d'en comprendre l'origine, l'ensemble et l'harmonie. »

VITICULTURE. — *Sur une maladie du raisin observée dans les vignobles narbonnais par M.* F. Garcin. Note de M. H. Macagno, Directeur de la Station œnologique de Gattinara (Italie).

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans la séance du 16 juillet 1877, M. F. Garcin a présenté à l'Académie une Note sur une maladie particulière du raisin, observée, il y a un mois, dans les vignobles du Narbonnais.

» Cette maladie est déjà bien connue en Italie, où elle fait des ravages considérables et l'on n'en a pas encore trouvé le remède. Le fléau détruit le produit des vignobles de la Ligurie spécialement. Il y a quatre ans, nous avons eu les premiers exemples de ces taches circulaires d'un brun noir, se montrant sur les grappes, dans les environs de Savona, de Chiavari, de Spezia, de Massa et dans d'autres localités, mais avec une moindre importance quant aux pertes éprouvées.

» Ces taches noires se présentent aussi au printemps sur les jeunes rameaux verts; elles minent peu à peu le tissu végétal; la nutrition en est interceptée, et les feuilles, ainsi que les petites grappes de la partie supérieure des rameaux, noircissent et sèchent en peu de jours. Après la floraison, lorsque les grappes sont bien développées, c'est-à-dire dans les mois de juin ou juillet, on trouve des taches sur les grains, avec les caractères indiqués par M. Garcin.

» Je ne doute pas que la maladie observée dans les vignobles narbonnais ne soit la même que celle qui est si bien connue pour ses terribles effets en Italie, et particulièrement sur la côte ligurienne, où elle est nommée *manne, variole, noircissure*, etc., suivant les régions. Chez nous aussi on a pensé, comme M. Garcin, qu'elle est due à une action endosmotique des gouttes de rosée déposées sur les rameaux ou sur les grains encore jeunes, et à la prompte évaporation causée par les premiers rayons du soleil.

» Mais j'ai eu occasion de m'occuper de cette maladie l'année dernière, tandis que deux cryptogamistes distingués, MM. les professeurs Arcangeli de Florence et Passerini de Parme cherchaient à en déterminer la nature. Ils ont reconnu dans les taches un cryptogame particulier, une mucédinée, classée par le premier comme la *Phoma uvicola* (Berkley), et par le deuxième comme une espèce nouvelle qu'il a nommée *Ramularia ampelophaga.*

» Ce cryptogame est-il la cause ou la conséquence de la maladie? C'est toujours la question qui se pose quand on trouve des parasites dans les tissus des êtres organisés et que d'ordinaire on ne peut pas résoudre. Quoi qu'il en soit, il est certain cependant que nous trouvons toujours cette maladie accompagnée par le cryptogame, et que contre ce cryptogame le soufre ou les sulfures alcalins appliqués sur la plante restent sans effet, parce que ce n'est pas à la surface des tissus, comme cela a lieu pour l'*oïdium*, mais dans l'intérieur même que l'élément destructeur se développe. »

M. H. **Druelle**, M. C. **Cassius**, M. **Petitpierre-Steiger**, M. **Vouriot** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. H. **Druelle** adresse la description et le plan d'une machine destinée à la fabrication des bouteilles.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. Ch. **Antoine** adresse un quatrième Mémoire sur les propriétés mécaniques des vapeurs. Ce Mémoire traite plus spécialement de l'application des lois de Mariotte et de Gay-Lussac aux vapeurs surchauffées.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

M. E. **Duchemin** adresse une réclamation de priorité à propos des aimants circulaires dont M. Duter a récemment entretenu l'Académie.

(Renvoi à la Commission nommée pour les Communications précédentes de M. Duchemin.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique prie l'Académie de vouloir bien adjoindre quelques-uns de ses Membres aux savants et aux ingénieurs déjà désignés par M. le Ministre des Travaux publics pour étudier les moyens propres à prévenir les explosions du grisou.

MM. Daubrée, P. Thenard, Berthelot sont désignés pour faire partie de cette Commission.

PHYSIQUE. — *Sur le spectre de l'étincelle électrique dans les gaz soumis à une pression croissante.* Extrait d'une Lettre de M. Wüllner à M. Faye.

« M. Cazin s'exprime comme il suit dans une Note des *Comptes rendus* de la séance du 21 mai, p. 1151 :

« On admet généralement, d'après les observations de MM. Wüllner, Franckland, Lockyer, Cailletet, que les lignes spectrales d'un gaz incandescent deviennent de plus en plus diffuses, à mesure que la pression augmente, et forment, en se rejoignant sous une pression suffisante, un spectre continu. »

» Cette assertion n'est pas tout à fait exacte en ce qui me concerne. Je n'ai pas présenté le mode d'apparition du spectre continu comme unique; j'ai constaté au contraire qu'il en existe trois, selon la nature du gaz expérimenté.

» Le premier, par diffusion des lignes spectrales propres au gaz, n'a lieu que pour l'hydrogène. Je l'ai observé cependant encore dans la région rouge et jaune du spectre de l'oxygène; partout ailleurs, c'est-à-dire dans le vert, le bleu et le violet, les raies brillantes de ce gaz n'ont pas cessé, pour les pressions usitées, d'être nettement discernées sur le fond formé par le spectre continu.

» Le second mode s'observe pour les gaz carbonés et notamment l'acidé carbonique. Un spectre continu apparaît alors entre les raies. A mesure que la pression augmente, ce spectre devient plus brillant; finalement les raies du gaz, qui n'ont pas cessé d'être nettes sans aucun élargissement, disparaissent dans l'éclat de ce spectre et ne peuvent plus en être distinguées. C'est précisément là le mode que M. Cazin a observé.

» Le troisième a lieu pour l'azote et l'air. Il se forme aussi un spectre continu, mais les raies restent visibles. Il paraît que, pour les pressions

plus fortes employées par M. Cazin, celles-ci finissent par n'être plus discernées, ce qui réduirait de trois à deux les cas que je viens de distinguer. Il n'en est pas moins établi expérimentalement qu'il y a deux sortes de gaz où l'apparition du spectre continu ne s'opère pas de la même manière pour des pressions croissantes.

» J'ai traité de ces phénomènes dans leurs rapports avec l'analyse spectrale au tome II de ma *Physique expérimentale*, que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie (p. 244-258). J'y montre, en outre, qu'il résulte nécessairement des lois connues de l'émission que tous les gaz, portés à une température suffisamment élevée, doivent donner des spectres continus comme ceux que j'ai observés. Il n'est donc pas nécessaire, pour expliquer ces phénomènes, de recourir, comme le fait M. Cazin, à l'hypothèse de particules solides arrachées par le courant aux électrodes ou aux parois des tubes. J'ai fait voir d'ailleurs (*Pogg. Annalen*, t. CXXXV, ou p. 236 du présent tome) qu'un pareil transport de matières solides incandescentes donnerait lieu à un spectre continu bien plus brillant que les précédents. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur la séparation du fer du chrome et de l'uranium;* par M. **A. Ditte**.

« La séparation de ces métaux présente quelques difficultés. Si l'on traite par les oxydants la matière que l'on examine, de manière à faire passer le chrome à l'état de chromate alcalin, soit qu'on veuille doser l'acide chromique sous la forme de chromate de sous-oxyde de mercure, soit qu'on préfère réduire le chromate par l'acide chlorhydrique et l'alcool, de manière à précipiter ensuite le sesquioxyde de chrome par l'ammoniaque, on introduit nécessairement des alcalis dont il est difficile de se débarrasser ensuite et dont la présence peut être nuisible dans la suite d'une analyse. Quant au procédé de séparation de l'oxyde de chrome, fondé sur sa solubilité à froid dans la potasse, on ne peut le regarder que comme donnant des résultats à peine approximatifs. De même la séparation de l'uranium à l'aide du carbonate d'ammoniaque, qui doit dissoudre entièrement l'uranate d'ammoniaque, est difficilement complète; on réussit mieux quand, après avoir précipité les oxydes par l'ammoniaque et les avoir calcinés dans un courant d'hydrogène, on traite le résidu par l'acide chlorhydrique étendu. On enlève le fer de cette manière, mais le protoxyde d'uranium n'est complétement insoluble dans cet acide que s'il a été très-fortement calciné, puis il faut encore le laver, le sécher et le cal-

ciner de nouveau dans l'hydrogène avant d'en déterminer le poids.

» La séparation de ces oxydes s'effectue avec une grande exactitude en opérant comme M. H. Sainte-Claire Deville l'a fait pour séparer l'alumine du fer ([1]). Les métaux étant amenés à l'état de sels de sesquioxydes, on se débarrasse, par les moyens connus, des métaux dont les sulfures sont insolubles dans les acides étendus, puis on précipite ensemble par un excès d'ammoniaque les oxydes de fer, d'uranium et de chrome, en ayant soin de chasser par l'ébullition toute l'ammoniaque libre qui pourrait dissoudre une partie de ce dernier; on calcine les oxydes après les avoir bien lavés, puis on les place dans un tube de porcelaine où on les soumet au rouge à l'action d'un courant d'hydrogène pur. Le sesquioxyde de fer devient fer métallique, l'oxyde d'uranium (mélange de U^3O^4 et de U^4O^5) devient du protoxyde UO, et le sesquioxyde de chrome reste inaltéré. On pèse ce mélange de fer, de protoxyde d'uranium et de sesquioxyde de chrome, puis on le reporte dans le tube où il subit au rouge l'action d'un courant d'acide chlorhydrique gazeux. Les oxydes d'uranium et de chrome restent parfaitement inaltérés par cet acide et leur poids ne subit aucune variation; quant au fer, il se volatilise intégralement sous la forme de protochlorure de fer qui va se déposer en cristaux blancs sur une partie moins chaude du tube. Au bout d'une heure et demie ou de deux heures, on laisse la nacelle refroidir dans un courant d'hydrogène destiné à chasser l'acide chlorhydrique du tube, puis on pèse le mélange de sesquioxyde de chrome et de protoxyde d'uranium.

» Cela fait, on traite par l'acide azotique pur; le protoxyde d'uranium, qui est resté sous la forme d'une poudre brune non cristallisée, est immédiatement attaqué, même à froid, avec dégagement de vapeurs nitreuses et formation de nitrate d'urane. Il est bon cependant de chauffer quelques instants afin d'être assuré que l'oxyde de chrome ne retiendra aucune trace d'uranium, puis on le sépare par le filtre, on le calcine et on le pèse. On a ainsi déterminé le poids de chacun des trois oxydes séparément.

» On peut, du reste, contrôler les résultats obtenus, en faisant passer dans le tube, après en avoir retiré la nacelle, un courant de vapeur d'eau chargée d'acide chlorhydrique. Ce chlorure de fer est entraîné dans l'eau qui se condense et l'on peut effectuer dans cette liqueur et par les moyens ordinaires un nouveau dosage du fer. Quant à l'uranium, on le précipite de

---

([1]) Wöhler, *Traité pratique d'analyse chimique;* édition française, publiée par MM. Grandeau et Troost, 1865, p. 131.

son nitrate par l'ammoniaque en excès et exempte de carbonate; on calcine le précipité d'abord à l'air, pour chasser l'ammoniaque, puis dans l'hydrogène, pour ramener le mélange de U^2O^3 et de U^3O^4 en proportions variables, à l'état de protoxyde pur, qu'il ne reste qu'à peser. Cette double opération de contrôle n'est d'ailleurs utile que dans des cas exceptionnels.

» Voici, à titre d'exemples, les résultats de deux analyses :

Fe^2O^3		Cr^2O^3		UO	
employé.	trouvé.	employé.	trouvé.	employé.	trouvé.
128 mg	128 mg	52 mg	53 mg	173 mg	172 mg
67	66	121	120	153	154

» On voit immédiatement comment il conviendrait de procéder, si, au lieu des trois métaux réunis ensemble, il ne se trouvait que d'eux d'entre eux dans la substance à analyser. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur quelques propriétés des sulfures de platine au point de vue analytique;* par M. **J. Riban.**

« Les Traités d'analyse qualitative enseignent que le platine appartient au premier groupe des métaux, c'est-à-dire que, précipitable par l'hydrogène sulfuré en liqueur acide, il donne un sulfure soluble dans les sulfures ammoniacaux ou alcalins. Cependant il m'est souvent arrivé de ne pouvoir démontrer la présence du platine dans ce groupe. J'ai cherché à établir quelles sont les conditions expérimentales où ce métal est entraîné partiellement dans le premier groupe et celles où il peut rester en entier dans le second (¹).

» Dans les expériences qui vont suivre, où je ne considère que le point de vue analytique, je précipitais par l'hydrogène sulfuré 10 centimètres cubes d'une solution de chlorure platinique qui se trouvait tantôt seule, tantôt mélangée à des solutions de corps du premier et du deuxième groupe d'un titre déterminé. La précipitation était effectuée à la température du bain-marie pour éviter une coarctation trop grande du précipité, à laquelle on aurait pu attribuer les phénomènes d'insolubilité que je vais signaler. Le précipité, lavé sur un filtre et simplement égoutté, était mis en digestion avec 10 ou 20 centimètres cubes de sulfhydrate d'ammoniaque ou de sul-

(¹) Ils portent la dénomination de 6ᵉ et 5ᵉ groupe dans le Traité de M. Frésénius.

fures alcalins d'un titre connu et amenés souvent à des degrés de sulfuration variés par des additions de quantités pesées de soufre pur. Je laissais digérer en vase clos vingt heures à froid, puis quatre heures à 50-60 degrés, conditions exagérées ; les chiffres donnés plus bas pour le platine dissous devront donc être considérés comme un maximum.

» Les solutions de sulfure employées comme dissolvant contenaient, par 10 centimètres cubes, les poids suivants de matière supposée sèche : sulfure de potassium, 1gr,730; sulfure de sodium, 1gr,226; sulfure d'ammonium, 1gr,068. Ces chiffres sont dans les rapports des poids moléculaires des substances. J'ai employé également une solution de sulfure d'ammonium à 1gr,448. Les résultats qui suivent ont été ramenés par le calcul à 10 centimètres cubes; les poids représentent le platine à l'état métallique.

A. — *Sulfure platinique seul* PtS^2.

	Platine dissous.		
	monosulfuré.	bisulfuré.	trisulfuré.
	gr	gr	gr
Sulfure d'ammonium à 1gr, 068	0,0003	0,0010	0,0021
	0,0006	»	»
» » étendu de son volume d'eau.	»	»	0,0010
Sulfure d'ammonium à 1gr, 448	0,0009	0,0012	»
	0,0009	»	»
Sulfure de potassium	0,0000	0,0002	0,0006
» » étendu de son volume d'eau.	»	0,0001	»
Sulfure de sodium	0,0000	»	0,0012

Sulfure platinique préparé à froid, monosulfure d'ammonium à 1gr,448, platine dissous, 0gr,0016.

» Le sulfure platinique peut donc être considéré comme insoluble dans les solutions précédentes; il est possible néanmoins, dans des conditions qui ne sont point celles de l'analyse, d'en dissoudre des quantités considérables. Il suffit de verser lentement et en agitant sans cesse une solution de chlorure platinique dans un sulfure ammoniacal ou alcalin jusqu'à formation d'un précipité persistant. J'ai constaté qu'alors le sulfure d'ammonium à 1gr,448 retient : 0gr,117 de platine et celui de potassium : 0gr,167.

» B. *Sulfure platinique* en présence des corps du premier groupe.

	Poids de platine dissous en présence de				
	l'arsenic.	l'antimoine.	l'étain.	l'or.	tous les corps mélangés, moins l'or.
Sulfure d'ammonium à 1gr,448 trisulfuré	0gr,009	0gr,008	0gr,007	0gr,008	0gr,029
Sulfure de potassium trisulfuré.	»	»	»	»	0gr,030

» C. *Sulfure platinique* et corps du deuxième groupe mélangés.

	Platine dissous en présence de	
	tout le deuxième groupe, moins l'argent.	tout le deuxième groupe, moins l'argent et le cuivre.
Monosulfure d'ammonium à $1^{gr},068$	»	$0^{gr},0007$
	»	$0^{gr},0007$
» trisulfuré	$0^{gr},0078$	$0^{gr},0067$

» La quantité de cuivre entraînée avec le platine a été de $0^{gr},017$ environ.

» D. *Sulfure platineux seul* PtS.

	Platine dissous :	
	précipité formé au bain-marie, gélatineux.	précipité coarcté par l'ébullition.
Monusulfure d'ammonium à $1^{gr},068$	»	$0^{gr},0025$
» polysulfuré	$0^{gr},0141$	»
Monosulfure de potassium	$0^{gr},0012$	»

» Il résulte de l'ensemble de ces expériences :

» 1. Que le sulfure platinique préparé soit à froid, soit à la température du bain-marie, et pris isolément ou tout au moins en l'absence des métaux des deux premiers groupes, peut être considéré comme insoluble dans les sulfures ammoniacaux ou alcalins mono ou polysulfurés. Il viendrait dès lors se ranger dans le deuxième groupe à côté du mercure.

» 2. Que l'on peut arriver à dissoudre des quantités considérables de sulfure platinique, au moyen d'artifices déjà connus, soit en versant goutte à goutte une solution de chlorure platinique dans un sulfure, soit en fondant au rouge un mélange de sulfure platinique et de sulfures alcalins secs. Mais ce ne sont point là les procédés ordinaires de l'analyse.

» 3. Que le sulfure platinique peut se dissoudre notablement dans les sulfures ammoniacaux ou alcalins polysulfurés à la faveur des métaux du premier groupe; et en quantité d'autant plus grande qu'il est en présence d'une masse plus considérable de ces métaux.

» 4. Que le sulfure platinique mélangé à tous ceux du deuxième groupe n'est pas dissous par le monosulfure d'ammonium, l'est sensiblement par le trisulfure, mais moins que le cuivre.

» 5. Que le sulfure platineux suivant son état physique et la nature ou le degré de sulfuration du dissolvant peut être considéré comme presque insoluble ou soluble. Mais les sels platineux se rencontrent rarement en analyse, et peuvent être changés au préalable en composés platiniques.

» 6. La présence de platine dans le premier groupe, auquel analytique-

ment il ne semble pas appartenir, paraît due à des phénomènes d'entraînement si communs, exemple : passage du zinc dans le deuxième groupe, etc.

» 7. Au point de vue de la pratique de l'analyse, le platine devra être recherché dans le premier et le deuxième groupe et surtout dans ce dernier, où il est souvent en totalité ou en grande partie à côté du mercure. La recherche du métal dans le premier groupe est déjà indiquée par les auteurs; pour le trouver dans le second, il suffit de traiter les sulfures du deuxième groupe par l'acide nitrique bouillant étendu au plus de son volume d'eau; les sulfures de mercure et de platine restent inattaqués; après dessiccation ils sont introduits dans un petit tube étroit fermé à un bout. Par l'action de la chaleur on obtient un anneau volatil, sulfure de mercure, et un résidu fixe, sulfure platineux. On sépare ces deux parties en rompant le tube; l'anneau mercuriel est dissous dans l'eau régale, etc., etc... Le résidu fixe, sulfure platineux, à peu près inattaquable par l'eau régale, s'y dissout après un grillage de quelques instants qui le change en platine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau mode de transformation du camphre en camphène.* Note de M. J. DE MONTGOLFIER.

« On sait que le composé chloré, qu'on obtient dans l'action du perchlorure de phosphore sur le camphre, perd de l'acide chlorhydrique par la seule action de la chaleur, en se transformant en cymène; mais on peut aussi, comme je viens de le constater, lui enlever seulement le chlore : il reste alors un carbure cristallisé, un camphène. Il suffit, en effet, de le traiter par le sodium, sans précaution particulière, pour obtenir ce carbure, dont la formation a lieu suivant l'équation

$$C^{20}H^{16}Cl^2 + Na^2 = 2\,NaCl + C^{20}H^{16}.$$

» On fond, dans une cornue, le composé $C^{20}H^{16}Cl^2$, et l'on chauffe légèrement après avoir ajouté le sodium. Une réaction très-vive ne tarde pas à se déclarer, et il distille du camphène, accompagné d'un peu de cymène. Le produit, redistillé sur du sodium et fractionné, est bien un camphène : il en possède la composition, le point d'ébullition, l'odeur et la mollesse caractéristiques. Toutefois, son point de fusion diffère de celui des camphènes déjà connus : malgré toutes les purifications, il n'a pu être abaissé au-dessous de 57-59 degrés au lieu de 45-47 degrés.

» Il se combine à l'acide chlorhydrique en donnant un chlorhydrate cristallisé, fusible à 147 degrés, lorsqu'on prend son point de fusion dans

l'acide chlorhydrique, suivant le procédé indiqué par M. Riban. Chauffé avec de la potasse alcoolique, ou même avec de l'eau, il régénère le camphène, dont le point de fusion est à peine plus bas que celui du carbure primitif.

» Ce nouveau camphène possède le pouvoir rotatoire de même sens que le camphre générateur $[\alpha]_D = +44°20'$. M. Riban et moi-même avions déjà fait connaître divers procédés de transformation du bornéol en camphène, mais le carbure obtenu soit dans l'action de l'acide chlorhydrique, soit dans celle des acides acétique ou benzoïque, est toujours inactif et ne répond évidemment pas au camphre primitif. On sait que le camphène oxydé par l'acide chromique donne du camphre : la formation, dans les conditions précédentes, de camphène actif dérivé du camphre, réalise d'une façon aussi directe que possible la transformation inverse de la synthèse, effectuée par M. Berthelot, puis par M. Riban. Cette différence de point de fusion serait peut-être due à une isomérie véritable, que pourraient expliquer certaines relations de pouvoir rotatoire; mais je n'insiste pas et réserve la question pour le moment.

» J'ai attribué ci-dessus la formule $C^{20}H^{16}Cl^2$ au composé obtenu dans l'action de PCl^5 sur le camphre. En effet, contrairement à l'assertion de Pfaundler, c'est ce corps qui prend naissance, suivant l'équation donnée par Gerhardt :

$$C^{20}H^{16}O^2 + PCl^5 = PO^2Cl^3 + C^{20}H^{16}Cl^2,$$

et non $C^{20}H^{15}Cl$. J'ai eu occasion de le vérifier plusieurs fois, et je ferai remarquer de plus que le corps préparé dans les conditions de l'équation donne *à peu près exclusivement du camphène* lorsqu'on le traite par le sodium, ce qui ne pourrait avoir lieu si sa formule était $C^{20}H^{15}Cl$. Pfaundler a fait voir d'ailleurs que le composé $C^{20}H^{16}Cl^2$ perd facilement de l'acide chlorhydrique, en donnant $C^{20}H^{15}Cl$; il n'est dès lors pas étonnant qu'il y ait dégagement d'acide chlorhydrique en employant les proportions précédentes, si l'on ne prend pas la précaution de modérer la réaction.

» Le composé $C^{20}H^{15}Cl$ n'est pas inactif, comme on l'avait annoncé, mais possède un faible pouvoir rotatoire à gauche, $[\alpha]_D = -4°$ environ. Traité par le sodium, il donne du camphène forcément mêlé de cymène.

» Je me propose d'essayer cette action du sodium sur divers composés chlorés et bromés. Ce travail était terminé lorsque j'ai eu connaissance de

la rectification insérée au dernier *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, par MM. Victor Meyer et Petri, au sujet de l'éthylterpène, qui ne serait autre chose que du camphène formé dans une réaction analogue, que mes recherches servent à éclaircir complétement ([1]).

CHIMIE. — *Note sur quelques composés du titane;* par MM. E. **Wehrlin** et E. **Giraud**.

« M. J. Tuttschero a obtenu une combinaison de perchlorure de phosphore et de chlorure de titane par l'action du perchlorure de phosphore sur l'acide titanique, composé répondant à la formule $TiCl^4PhCl^5$; d'un autre côté, par l'action du perchlorure de titane, M. Weber a préparé directement, sur l'oxychlorure de phosphore, le composé $TiCl^4PhCl^3O$.

» D'après nos observations, le premier chlorure double se forme aussi directement en chauffant à 150 degrés, en tube scellé, un mélange à équivalents égaux de chlorures titanique et phosphorique,

$$TiCl^4 + PhCl^5 = TiPhCl^9.$$

» L'oxychlorure $TiPhCl^7O$ s'obtient également dans la réaction du perchlorure de phosphore sur l'acide titanique. Si l'on emploie 2 molécules de perchlorure de phosphore pour 1 molécule d'acide titanique, on a

$$TiO^2 + (PhCl^5)^2 = TiOPhCl^7 + PhOCl^3.$$

» Ce corps fond à 110 degrés et bout à 140 degrés; il cristallise avec une grande facilité, soit par refroidissement après fusion, soit dans sa solution dans l'oxychlorure de phosphore.

» Nous avons étudié l'action des alcools éthylique et méthylique sur ces deux chlorures doubles.

» A la température ordinaire, la réaction se fait immédiatement, avec production de chaleur, d'après les équations suivantes :

» Pour le composé $TiPhCl^7O$, on a

$$TiPhCl^7O + 6(C^2H^5OH) = 3(HCl) + 3(ClC^2H^5) + TiCl(C^2H^5O)^3PhO^4H^3,$$

et

$$TiPhCl^7O + 6(CH^3OH) = 3(HCl) + 3(ClCH^3) + TiCl(CH^3O)^3PhO^4H^3.$$

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collége de France.

» Pour le composé $TiPhCl^8$, on a

$$TiPhCl^8 + 7(C^2H^5OH) = 4(HCl) + 4(ClC^2H^5) + TiCl(C^2H^5O)^3PhO^4H^3,$$

et

$$TiPhCl^8 + 7(CH^3OH) = 4(HCl) + 4(ClCH^3) + TiCl(CH^3)^3PhO^4H^3.$$

» Pour préparer ces corps, il suffit de jeter, par petites portions, le chlorure ou l'oxychlorure double dans un excès d'alcool anhydre.

» La réaction étant très-vive, il convient de refroidir. Lorsque la réaction est terminée, on distille l'alcool et l'on sèche dans le vide.

» Il reste une masse gommeuse, de saveur métallique Sous l'influence de l'eau, elle se décompose en acide chlorhydrique et en un composé insoluble dans l'eau et l'éther, mais soluble dans l'alcool, dont la composition est représentée par la formule

$$TiO(C^2H^5O)^2PhO^4H^3.$$

» Lorsqu'on chauffe le composé $TiCl(C^2H^5O)^3PhO^4H^3$, il se forme d'abord du chlorure d'éthyle, puis de l'éther ordinaire, et il reste comme résidu une combinaison d'acides titanique et phosphorique

$$TiCl(C^2H^5O)^3PhO^4H^3 = C^2H^5Cl + C^4H^{10}O + TiO^2PhO^4H^3.$$

» Il est remarquable que le chlorure de titane, seul traité *à froid* par l'alcool, ne perd que 2 atomes de chlore et forme un composé de formule $TiCl^2(C^2H^5O)^2$.

» La réaction suivante, qui sort du cadre des recherches précédentes, nous a fourni un procédé de préparation du titane.

» En chauffant, pendant deux heures environ, au rouge blanc, dans un creuset en plombagine, du fluotitanate de potasse mélangé de 35 à 40 pour 100 de fer en limaille, nous avons obtenu un culot métallique, à cassure brillante, contenant peu de titane, et une gangue formée en grande partie de titane et de plombagine venant du creuset.

» Une opération faite avec

Fluotitanate de potasse........	70^{gr}
Fer..........................	30

nous a donné une gangue contenant

Titane......................	7^{gr}
Charbon....................	5

» Comme on ne peut pas séparer le titane de la gangue, il est préférable

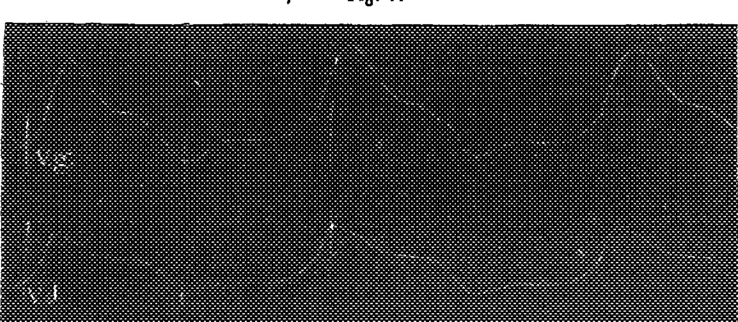
de prendre un poids de fer égal au poids du fluotitanate. Dans ces conditions, le fer entraîne le titane formé, qu'il est facile d'isoler en traitant le culot par l'acide chlorhydrique[1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Ectopie congénitale du cœur. Comparaison de l'examen graphique des mouvements du cœur et de la cardiographie chez les animaux.* Note de M. FRANÇOIS-FRANCK, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans la Note qui a été soumise à l'Académie, dans la séance du 16 juillet 1877, sur un cas d'ectopie congénitale du cœur, j'ai indiqué les résultats fournis par l'exploration des mouvements du cœur à l'aide de la palpation et de l'auscultation. Je dois insister aujourd'hui sur le point le plus important de cet examen, l'étude à l'aide des appareils cardiographiques, en rapprochant les résultats obtenus de ceux qu'a fournis à MM. Chauveau et Marey la cardiographie sur les grands animaux. Ce cas était en effet exceptionnellement favorable pour faire cette comparaison, la portion ventriculaire du cœur faisant tout entière saillie à l'épigastre et permettant l'application simultanée de plusieurs appareils explorateurs.

» En explorant les deux pulsations des ventricules à l'aide de deux explorateurs à tambour placés l'un à droite et en avant, l'autre à gauche et en arrière de la tumeur, on obtient le double tracé suivant qui montre à la fois le synchronisme des deux ventricules et l'impulsion plus énergique du ventricule gauche.

Fig. 1.



Pulsations simultanées du ventricule droit (V. d.) et du ventricule gauche (V. g.).

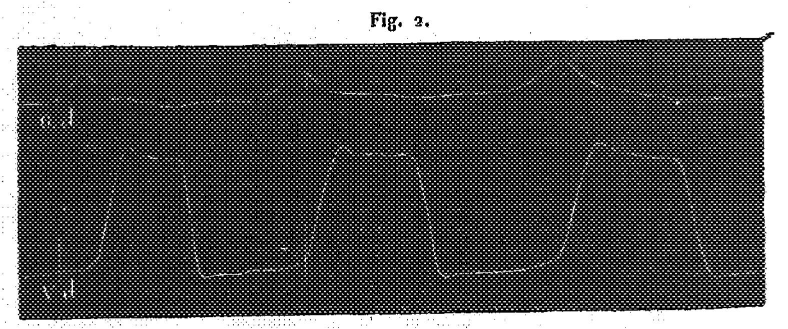
» La petite saillie mobile que le doigt rencontre en remontant le long

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collége de France.

du bord droit du cœur, à quelques centimètres au-dessus du niveau de la pointe, est formée par l'appendice de l'oreillette droite, comme on le voit dans la *fig.* 2 : la pulsation de l'auricule (O. d.) précède immédiatement la pulsation ventriculaire (V. d.).

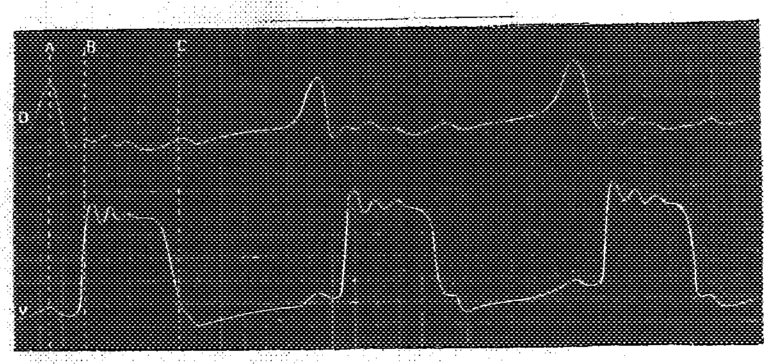
Fig. 2.



Systoles de l'auricule droite (O. d.) précédant le début des systoles du ventricule droit (V. d.).

» Si l'on compare ce double tracé recueilli sur la malade au suivant recueilli par MM. Chauveau et Marey sur le cheval, en explorant les pressions intra-cardiaques auriculaire et ventriculaire, on peut s'assurer de leur parfaite identité.

Fig. 3.



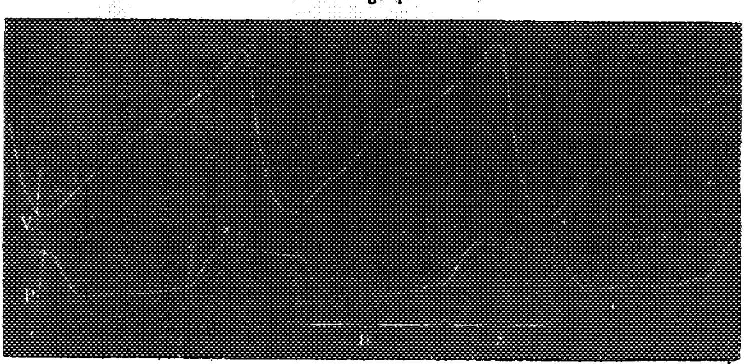
Systoles de l'oreillette droite (A, ligne O) précédant le début des systoles du ventricule droit (V.).

» On retrouve dans le tracé de l'oreillette recueilli sur la malade les mêmes oscillations qui s'observent sur les courbes correspondantes dans le tracé obtenu sur le cheval : au moment de la systole ventriculaire, le tracé de l'oreillette présente des soulèvements secondaires qui ont été attribués par MM. Chauveau et Marey aux vibrations des valvules auriculo-ventriculaires; dans notre tracé (*fig.* 2), ces oscillations paraissent très-atténuées, sans doute parce que nous n'avons pu explorer que l'extrémité de l'appendice de l'oreillette droite.

» La disposition de la tumeur formée par le cœur m'a fourni l'occasion de contrôler les résultats des expériences que j'avais faites sur les changements de volume du cœur chez les animaux, expériences communiquées à l'Académie le 28 mai 1877. Il fut facile d'introduire la masse ventriculaire dans la cavité d'un entonnoir dont les bords s'appliquaient exactement sur la peau : les réplétions diastoliques et les évacuations systoliques des ventricules produisant des compressions et des rappels alternatifs de l'air contenu dans l'entonnoir, on pourrait inscrire à distance ces variations du volume du cœur; on recueillait en même temps les pulsations du ventricule droit en explorant un point laissé à découvert.

» Cette double exploration a fourni la figure suivante :

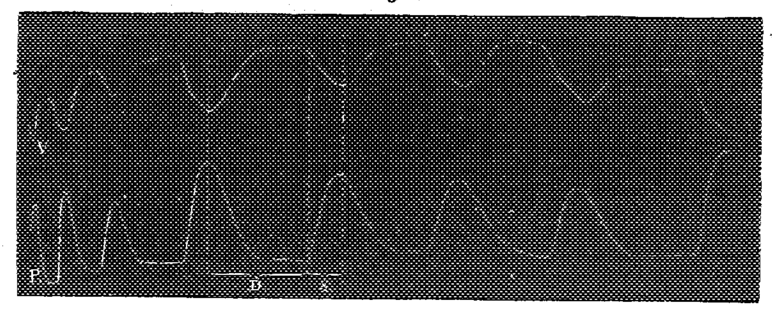
Fig. 4.



Changements du volume du cœur (ligne V.) pendant les périodes de diastole (D.) et de systole (S.). Ligne P, pulsations ventriculaires recueillies simultanément sur la malade.

» On remarquera sur le tracé des changements de volume (ligne V, *fig*. 4)

Fig. 5.



Changements du volume du cœur (ligne V) et pulsations (ligne P) chez le chien; augmentation du volume diastolique (période D), et diminution systolique (période S).

que la courbe s'élève encore au début de la systole ventriculaire; c'est

qu'alors le cœur est projeté en avant et occupe dans la cavité de l'appareil un espace plus grand.

» Ces résultats sont identiques à ceux qu'on obtient sur les animaux en se servant de leur péricarde comme d'un appareil à déplacement et en explorant, en même temps que ces changements de volume, les pulsations du cœur. Le double tracé (*fig.* 5) obtenu sur le chien doit être rapproché du précédent obtenu sur la malade.

» L'interprétation de toutes les courbes qui précèdent résulte de l'examen des tracés que le professeur Marey a bien voulu faire avec moi. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le sang dont la virulence résiste à l'action de l'oxygène comprimé et à celle de l'alcool.* Note de M. P. **Bert**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans une Communication d'ordre général (séance du 21 mai 1877) *Sur l'emploi de l'oxygène à haute tension comme procédé d'investigation physiologique,* j'ai été amené à parler du virus charbonneux, sur lequel j'avais commencé quelques expériences. J'avais vu les échantillons qu'on m'avait envoyés d'Alfort conserver leur activité après le séjour dans l'oxygène comprimé ou après le contact de l'alcool dilué. J'en concluais simplement « qu'il existe dans le sang charbonneux un principe toxique et virulent, » qui résiste à l'action de l'oxygène comprimé et de l'alcool, et qui peut » être isolé à la façon des diastases ». Je me gardais bien de refuser aux bactéridies leur action redoutable, et je ne me prononçais même pas sur la nature du principe virulent que je signalais et qui agirait en dehors d'elles.

» Je dois avouer cependant que, dans ma pensée, je ne le considérais pas comme un être vivant. Il me paraissait tout à fait invraisemblable qu'un être vivant pût séjourner impunément dans l'alcool *dilué*, être repris par l'eau dans le précipité alcoolique desséché, puis reprécipité par une nouvelle addition d'alcool. Je savais bien que les organismes inférieurs ne périssent pas toujours dans l'alcool *absolu*, quand on les y précipite brusquement, et qu'ils sont pour ainsi dire desséchés par lui; mais l'action de l'alcool, ajouté avec précaution, goutte à goutte, au liquide sanguin, me paraissait devoir être irrésistible pour tout être vivant. Or je possède un sang virulent, qui, mélangé avec de l'alcool ordinaire, le 26 février, s'est montré ces jours derniers aussi virulent que lorsqu'il était frais.

» Et, cependant, je dois convenir aujourd'hui que ce principe virulent,

résistant à l'alcool, est bien un organisme élémentaire vivant, ainsi que MM. Pasteur et Joubert l'ont déclaré dans leur Communication du 16 juillet.

» Tout d'abord, comme je l'ai constaté après ces savants expérimentateurs, le sang bactéridien pur ou l'urine chargée de bactéridies perd tout pouvoir, soit après le séjour dans l'oxygène comprimé, soit après l'action de l'alcool; morte la bactéridie, mort le virus.

» Il en est autrement pour le sang que j'avais eu à étudier, et dont l'alcool m'a précisément permis de conserver des échantillons actifs. Il ne peut donc être question ici de bactéridies ni de vibrions.

» Mais MM. Pasteur et Joubert viennent de montrer que les corpuscules-germes des bactéridies et des vibrions résistent à la double action de l'oxygène comprimé et de l'alcool. Serait-ce que ces corpuscules existaient dans le sang que j'avais employé, sang qui était mélangé de sérosités?

» Pour m'en assurer, j'ai examiné au microscope, en présence de MM. Pasteur et Joubert, la matière floconneuse précipitée par l'alcool de l'eau où avait séjourné quelques heures le magma produit par l'alcool dans le sang virulent, le précipité alcoolique de deuxième ordre pourrait-on dire; or ce précipité, repris par l'eau, a montré en abondance des points brillants, tout à fait identiques en dimensions, forme et pouvoir réfringent, aux corpuscules-germes. Ensemencé, avec toutes les précautions nécessaires, dans du sérum sanguin recueilli à l'abri des poussières de l'air, il a donné naissance à de longs vibrions tout à fait semblables à ceux que M. Pasteur a décrits.

» Voici ce qui était arrivé : les corpuscules avaient été enveloppés dans la masse de l'albumine précipitée par l'alcool; quelques-uns d'entre eux, dégagés par le broiement du magma dans l'eau, avaient traversé le filtre de papier, et l'alcool ajouté alors à la liqueur filtrée les avait encore précipités au milieu de matières coagulées à nouveau.

» Le premier précipité, obtenu directement par l'addition d'alcool au sang, et qui était si virulent, malgré son séjour de cinq mois dans l'alcool, ayant été additionné d'eau, le liquide s'est rempli, en vingt-quatre heures, de longs vibrions septiques et, inoculé à des cochons d'Inde, il les a tués avec l'effroyable série de désordres inflammatoires, avec la multiplication extraordinaire des vibrions dans les séreuses, avec la putréfaction si prompte qu'elle semble avoir lieu sur l'animal vivant, qu'ont signalés MM. Pasteur et Joubert.

» Enfin, pour terminer le tableau, les sérosités des cochons d'Inde ainsi

tués, fourmillant de longs vibrions et extraordinairement virulentes, ayant été filtrées sur le plâtre, la liqueur filtrée a pu être impunément inoculée, preuve que la virulence n'était point due à une matière dissoute.

» Il me paraît donc absolument démontré que le sang sur lequel j'avais expérimenté contenait, non-seulement des bactéridies, mais des vibrions septiques, dont les corpuscules-germes ont résisté à l'alcool comme à l'oxygène comprimé, les êtres adultes ayant, au contraire, succombé à l'un ou à l'autre de ces deux agents. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme de la déglutition.* Note de M. G. CARLET, présentée par M. Milne Edwards.

« Dans une première Note sur le mécanisme de la déglutition, présentée à l'Académie le 2 novembre 1874, j'annonçais trois résultats nouveaux : 1° un abaissement de pression dans le fond de la cavité buccale, qui commence à se manifester avant l'ascension du larynx ; un soulèvement correspondant du voile du palais, auquel j'attribue cette diminution de pression, et, par suite, une aspiration du bol alimentaire; 3° une séparation complète entre la bouche et l'arrière-bouche pendant tout le temps de la déglutition pharyngienne, ou, en d'autres termes, l'occlusion parfaite de l'isthme du gosier, à laquelle j'attribue l'impossibilité du retour des aliments dans la cavité buccale.

» Ce dernier résultat est devenu classique (Voir *Éléments de Physiologie de Beaunis*, p. 626), et n'a pas été attaqué, que je sache. Le second vient d'être confirmé par M. Arloing, quand il dit :

« Dans cette interprétation de nos tracés, nous nous trouvons d'accord avec M. Carlet, car ce physiologiste admet également l'existence d'une aspiration produite par le soulèvement du voile. » (*Thèse de la Faculté des Sciences de Paris*, juillet 1877.)

» Quant au premier résultat, je regrette que M. Arloing se croie d'un avis différent du mien; mais, comme le point est important, je demande à y insister quelque peu. Lorsque je parle d'un abaissement de pression avant le mouvement ascensionnel du larynx, je pense être dans le vrai et d'accord avec les graphiques et le texte de M. Arloing. Mais je dois d'abord répondre à ses objections :

« L'abaissement de pression, dit-il, dont parle M. Carlet, ne se conçoit que par un déplacement du voile du palais ou un agrandissement du pharynx, dont les muscles viennent se fixer sur le larynx. Par conséquent, la plus petite modification de l'appareil pharyngien

se fera sentir sur le larynx. De plus, comme la diminution de pression dont parle M. Carlet ne peut se produire qu'à la condition que le pharynx soit isolé de la partie antérieure de la bouche, il faut pour cela que la langue s'applique contre la voûte palatine. Or, ce mouvement étant produit par des muscles qui élèvent l'hyoïde, ceux-ci élèveront forcément le larynx. »

» A cela je réponds :

« 1° C'est le soulèvement actif du voile du palais que j'invoque pour la production d'un vide entre ce voile et la base de la langue. Il ne s'agit donc pas là d'une contraction du pharynx; 2° lorsque la langue s'applique contre la voûte palatine, il se fait, comme le dit M. Arloing lui-même, « une ascension lente et insignifiante du larynx », qu'il ne faut pas confondre avec « l'ascension brusque » de cet organe, cette dernière étant la seule dont nous ayons à nous occuper dans la déglutition. »

» Si maintenant on considère la *fig.* 2 du Mémoire de M. Arloing, on voit que le commencement de l'ascension brusque du larynx se fait un peu après *a'* et *a*, c'est-à-dire un peu après que la diminution de pression a commencé dans le fond de la cavité buccale. En d'autres termes, l'ascension brusque du larynx se fait après le soulèvement du voile du palais. C'est là ce que mes graphiques m'ont constamment montré, et je crois qu'on obtient plus de précision quand on emploie, comme je l'ai fait, un tube rigide convenablement courbé et aplati, qu'on peut introduire, sans aucune gêne, dans le fond de la bouche, au lieu d'une ampoule de caoutchouc qui, comme l'a fait M. Arloing, est « introduite dans le fond de la » bouche, aussi loin que possible, sans provoquer toutefois de vomisse- » ments. » Outre que le tube est moins gênant que l'ampoule, celle-ci est soumise, à la fois, à des causes mécaniques de compression et physiques de dépression, qui se contrarient réciproquement. Ces dernières sont seules transmises par le tube rigide, et c'est ce qu'il faut dans le cas particulier dont nous nous occupons. On ne peut pas dire non plus que l'ampoule soit préférable, comme représentant un bol factice, puisque, comme le dit lui-même et avec raison M. Arloing, « la déglutition de la salive ou d'une » gorgée de liquide s'accomplit de la même manière que celle d'un bol » de pain. »

» D'ailleurs, la preuve que M. Arloing n'admet pas une simultanéité parfaite entre le soulèvement du voile du palais et l'ascension brusque du larynx, c'est qu'il dit (p. 24 et 25 de son Mémoire) « avoir observé » deux aspirations successives dans la déglutition : une première, faible, » qui se produit entre la base de la langue et le voile » (due au soulèvement du voile); « une deuxième beaucoup plus forte, dont le siége est à l'origine

» de l'œsophage et qui se fait sentir pendant que le pharynx se raccourcit » et que le thyroïde entre dans la fourche hyoïdienne » (due, par conséquent, à l'ascension brusque du larynx).

» Il est, par là, suffisamment démontré que, si le temps qui s'écoule entre le soulèvement du voile du palais et l'ascension brusque du larynx est très-court, ce temps existe néanmoins. Les graphiques et les conclusions de M. Arloing, loin d'infirmer mon dire, le confirment; seulement, je me hâte de reconnaître, avec le plus grand plaisir, que par une habile expérimentation sur les grands animaux, M. Arloing est allé beaucoup plus loin que ses prédécesseurs dans l'étude des phénomènes de la déglutition. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de l'embryologie des Annélides.* Note de M. **Barrois**, présentée par M. Milne Edwards.

« Les recherches dont je donne ici un résumé datent des années 1873-76 et ont été complétées pendant cette année.

» Le premier fait est relatif à la découverte d'un type nouveau, commun à Roscoff pendant le mois d'avril, et qu'on doit rattacher au groupe intéressant des Gastérotriches; il possède la taille et l'aspect général des Ichthydines, mais sa peau se trouve divisée superficiellement en plusieurs segments munis de couronnes ciliaires incomplètes qui la font ressembler à une larve d'Annélide; le tube digestif se compose de trois divisions dont la première porte un renflement pharyngien musculeux très-caractéristique, que j'ai retrouvé chez un petit Sillidien, la *Nerilla antennata*. Les exemplaires étaient en pleine reproduction à l'époque où je les ai recueillis: les organes génitaux forment une série de glandes comme chez les Rhabdocoles; les sexes sont séparés; les mâles possèdent deux testicules, situés l'un à droite, l'autre à gauche de l'estomac, et auxquels font suite deux vésicules séminales qui se rendent dans un pénis impair; les organes femelles consistent en deux grosses masses situées à la même place que les testicules du mâle; ces masses ovariennes sont, de même que les testicules, divisées par une espèce de dissépiment qui divise en deux le corps de l'animal.

» Il y a accouplement, puis les œufs sont pondus, et il suffit pour les étudier de les recueillir au fond du vase: la segmentation est analogue à celle des Annélides en général: il se forme une gastula par épibolie, puis la masse interne se concentre en arriere, tandis que la partie antérieure s'éclaircit et que la face ventrale s'épaissit en une bande em-

bryonnaire : la masse graisseuse postérieure formera l'estomac, la partie claire antérieure l'œsophage et la bande embryonnaire la couche musculaire. Cette dernière, dont l'étude présenterait un intérêt tout spécial, représente la bande embryonnaire des Annélides à un état encore très-rudimentaire; le reste du développement se réduit à la formation des points oculiformes, à un allongement général, à l'apparition des cils, etc.

» Par la disposition des organes génitaux, cette espèce se rapproche des Turbellariées : la présence de ses couronnes de cils et celle de la bande embryonnaire la rapprochent d'autre part du groupe des Annélides ; parmi ces dernières, la *Nerilla antennata* paraît s'en rapprocher d'une manière plus spéciale par la disposition du renflement pharyngien, et peut-être aussi des glandes génitales. Claparède avait déjà décrit un autre type également voisin des Annélides (*Hemidasys aguso*), mais dont les autres relations se rapprochaient plutôt du groupe des Rotifères ; nous voyons donc que les trois groupes des Rotifères, Annélides et Turbellariées se confondent à la base dans le tronc commun des Gastérotriches : les analogies plus particulières que les Sillidiens possèdent avec ces derniers (*Nerilla*) montrent qu'on doit les placer à la base des Annélides.

L'embryogénie du groupe des Sillidiens a été retardée par l'étrangeté du mode de gestation, pris par certains auteurs pour un bourgeonnement sur les parapodes; je me suis assuré, sur un grand nombre d'espèces, que jamais il n'y avait là rien de commun avec le bourgeonnement : le nombre d'embryons fixés sur chaque parapode correspond toujours d'une manière exacte au nombre d'œufs développés dans chaque métamère; chez les espèces qui n'ont qu'un embryon sur chaque parapode, on ne voit de même que deux œufs dans chaque métamère. J'ai suivi la sortie et le développement complet de ces œufs: à une certaine époque du développement, on voit la membrane vitelline se confondre avec le tégument externe de l'embryon; ce dernier paraît alors directement fixé au parapode, et c'est ce qui a pu faire croire au bourgeonnement. Le fait le plus remarquable du développement des œufs ainsi fixés est l'absence complète de forme larvaire ; les rapports des Sillidiens et des Gastérotriches permet de supposer que cette absence constitue l'état primitif et que l'état de larve (Trochosphère), si important plus tard, n'est que dérivé; on est habitué à considérer jusqu'ici l'*état vermiforme* des embryons d'Annélides (Oligochètes) comme constituant un état dérivé ; il n'est pas sans intérêt de faire remarquer qu'à côté de cet état *vermiforme dérivé* (Oligochètes) il existe un état *vermiforme primitif* (Sillidiens) à l'aide duquel l'embryogénie des Chætopodes se rattache à

celle des Gastérotriches et des vers inférieurs. Dans cet état, la bande embryonnaire (trop peu connue chez les Chætopodes, où je l'ai retrouvée d'une manière constante) existe toujours et continue encore à former le fait essentiel du développement; elle ne commence à se réduire que chez le type de Roscoff.

» A ces observations sur les formes inférieures de l'embryogénie chez les Annélides, je puis ajouter quelques mots sur les formes supérieures, dont certaines ont été trop éloignées du type ordinaire : la Mitraria, entre autres, se ramène très-bien au type général; j'ai trouvé, en effet, plusieurs fois à Saint-Vaast une forme de passage dans laquelle on voyait la moitié postérieure du corps se réduire en s'enfonçant dans la partie antérieure bordée à la base par la couronne ciliaire; ce fait nous conduit tout naturellement à considérer les Mitraria comme produites par le même processus un peu plus accentué; la seconde période du développement, dans laquelle Metschnikoff a vu le corps segmenté arrivant à faire une hernie de plus en plus considérable au dehors de la partie antérieure qui le recouvrait d'abord complétement, ne serait donc que l'inverse de la première et qu'un simple retour à la forme normale. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau genre de la famille des Tritoniadés.* Note de M. **A. Vayssière**, présentée par M. Milne Edwards.

« Parmi les nombreux Mollusques gastéropodes recueillis dans le golfe de Marseille, j'ai observé un curieux Tritoniadé que je ne vois décrit nulle part et qui mérite certainement une mention spéciale. Cet animal a été pêché, le 26 avril dernier, entre Carry et le cap Méjean, par 50 mètres de profondeur, dans des fonds vaseux, presque sur la limite des fonds coralligènes.

» Il ressemblait tellement à des *Dendronotus* que j'avais reçus en même temps, soit par son aspect extérieur, soit par sa taille (7 à 8 centimètres) et par sa coloration, que je le confondis tout d'abord avec eux. Lorsque je m'aperçus de mon erreur, l'animal était trop décomposé pour qu'il fût possible d'en faire un croquis. Je n'ai pu dès lors examiner complétement ses caractères extérieurs. La région antérieure des téguments était cependant encore en assez bon état; mais il suffit d'une dissection pour mettre en lumière les particularités anatomiques importantes qui me déterminent à créer un nouveau groupe générique pour ce Mollusque.

» Qu'il me soit permis de dédier ce nouveau genre à mon maître, M. le professeur Marion, comme un bien faible témoignage de la reconnaissance

que je lui dois pour la constante bienveillance avec laquelle il me dirige dans mes études d'Histoire naturelle.

GENRE MARIONIA.

» Corpus elongatum, lateribus compressis, altius quam latius pallio nullo. Caput subinferius, obtectum velo parvulo, ramoso; maxillis corneis. Stomachus cultriformibus dentibus armatus. Tentacula duo dorsalia ramusculis tenuibus condensis superne cincta. Branchiæ ramosæ, linea unica utrinque dorsi insertæ. Orificia generationis et ani ad latus dextrum sita.

» La coloration générale de ce Mollusque était ocre-jaune, avec de nombreuses taches vineuses. Ses branchies dendritiques étaient moins longues et moins divisées que celles du *Dendronotus*.

» Les tentacules, au lieu de présenter, comme chez ce dernier, vers leur partie supérieure, un certain nombre de bourrelets et de lamelles, offraient une masse de ramifications, assez semblables à des branchies très-ténues, serrées les unes contre les autres et ne laissant saillir que la portion terminale, bien amoindrie, de l'axe tentaculaire. Ces organes étaient d'une teinte plus pâle que la face dorsale; ils portaient de nombreuses ponctuations blanches.

» Les orifices génitaux se trouvent sur le côté droit de l'animal, à la hauteur des tentacules; l'ouverture anale est du même côté, mais vers le milieu du corps.

» Les différences extérieures que l'on reconnaît entre cet animal et le *Dendronotus* ne concernent donc que la disposition de la partie terminale des tentacules. Les caractères anatomiques internes sont bien plus importants. Le genre *Marionia* n'est pas sans rapport avec les *Scyllæa*.

» Le bulbe buccal est plus volumineux que celui du *Dendronotus;* les mâchoires cornées sont relativement plus longues.

» L'œsophage, qui est très-long, aboutit à une première dilatation qui est le gésier: c'est dans l'intérieur de cette cavité que se trouvent près de quarante dents cultriformes, placées côte à côte et formant un anneau complet. Ce caractère ne se montre parmi les Nudibranches que dans le genre *Scyllæa*. Une région moins dilatée, mais beaucoup plus longue, fait suite au gésier; on peut la considérer comme constituant le véritable estomac. L'intestin qui lui fait suite s'ouvre, comme je l'ai dit plus haut, sur le côté droit du corps, vers la partie médiane.

» Nous trouvons dans la division du foie en deux glandes un nouveau caractère qui rapproche notre Mollusque du genre *Scyllæa*. La plus volumineuse des deux glandes hépatiques forme une masse compacte enveloppée

complétement par la glande hermaphrodite, particularité qui ne se rencontre pas chez les *Dendronotus* où la glande hermaphrodite forme un organe distinct reposant sur le foie. La seconde glande hépatique, beaucoup plus petite que l'autre, est complétement isolée; elle se trouve placée à droite sous le gésier.

» Ces deux organes sécréteurs versent, chacun par une ouverture différente, leur produit dans l'estomac masticateur, au-dessus de l'armature, immédiatement au-dessous de l'extrémité de l'œsophage. Nous retrouvons cette disposition dans les Scyllées; seulement, au lieu de deux orifices, on en distingue dans ce type trois auxquels viennent aboutir les conduits de six ou sept glandes hépatiques.

» Nous aurions encore à citer de nombreuses différences entre le genre *Marionia* et le genre *Dendronotus*, soit dans la forme des centres nerveux, soit dans le nombre et la disposition des organes annexes de l'appareil générateur.

» Bien qu'imparfaites toutes ces données nous montrent déjà que le genre *Marionia*, malgré une grande ressemblance extérieure avec les *Dendronotus*, s'éloigne de ces Mollusques par son organisation interne. L'armature de la région stomacale est un caractère important établissant un lien avec les Scyllées. On peut dire que le Marionia est un Dendronotus avec une armature stomacale de *Scyllæa*. La découverte de ce nouveau type justifie donc la place que Woodward assigne aux *Dendronotus* dans la famille des Tritoniadés ».

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de la potasse*. Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Je me propose de compléter par quelques explications l'exposé que j'ai présenté d'une nouvelle méthode de dosage de la potasse ([1]). Je prendrai pour exemples des mélanges salins analogues à ceux que l'on rencontre le plus souvent dans les analyses et j'indiquerai les précautions spéciales qu'il convient d'observer en présence de telles ou telles substances.

» Par cette méthode, la plupart des essais qui intéressent l'agriculture ou l'industrie pourront, en général, s'effectuer dans l'espace de quelques heures, et l'on verra, d'après les résultats obtenus, que la briéveté des opérations ne s'achète pas au détriment de l'exactitude.

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1506.

» Dans les cas où l'on a simplement affaire à des sels alcalins et ammoniacaux, on procède directement aux opérations précédemment décrites.

» Voici quelques résultats d'essais conduits de cette façon :

				Potasse.
	gr			gr
1°	0,50	chlorure de potassium	répondant à... .,...	0,316
	0,50	chlorure de sodium		
		Sulfure de bismuth trouvé : 0gr,575, soit.....		0,3156
2°	0,50	azotate de potasse	renfermant..........	0,233
	0,25	azotate de soude		
	0,25	azotate d'ammoniaque		
		Sulfure de bismuth obtenu : 0gr,428, soit....		0,234
3°	1,00	sulfate de potasse	contenant...........	0,5408
	1,00	sulfate de soude		
		Sulfure de bismuth : 0gr,990, soit..........		0,5415
4°	0,15	sulfate de potasse	répondant à...... ..	0,3938
	0,40	azotate de potasse		
	0,20	chlorure de potassium		
	0,25	chlorure de sodium		
		Sulfure de potasse trouvé : 0gr,726 contenant.		0,3926

» La marche à suivre n'est point modifiée par la présence de sels de chaux, ni de sels de magnésie, seulement, quand la liqueur renferme à la fois de la magnésie et des sulfates, il y a avantage soit à séparer préalablement la majeure partie de l'acide sulfurique par le chlorure de baryum, soit à ajouter du sel ammoniac pour former un sulfate double de magnésie et d'ammoniaque et à terminer le dosage en pesant le sulfure de bismuth.

» On sait que les sels de magnésie sont très-fréquemment associés dans la nature aux sels de potasse; on les rencontre ensemble dans les eaux de la mer, dans les sels complexes des marais salants de la Méditerranée et des salines de Prusse, etc. Les produits qui en proviennent, et qui sont livrés à l'agriculture comme engrais de potasse, contiennent en général ou des sulfates de potasse et de magnésie (usine de la Camargue) ou des mélanges de sulfates et de chlorures (usines traitant les minerais du grand gisement salin de Stassfurt.

» En opérant sur des mélanges de composition analogue à ces produits, j'ai obtenu les résultats suivants :

				Potasse.
	gr			gr
5°	0,45	sulfate de potasse	....	0,2434
	0,55	sulfate de magnésie hydraté		
		Sulfure de bismuth trouvé : 0gr,449, soit...		0,2446

6°	0,30 gr	sulfate de potasse			Potasse.
	0,35	sulfate de soude	contenant......		0,162 gr
	0,35	sulfate de magnésie			
		Sulfate de potasse obtenu :	0gr,295,	soit...	0,160
7°	0,25	sulfate de potasse			
	0,25	chlorure de potassium			
	0,22	chlorure de sodium	répondant à.....		0,2933
	0,08	sulfate de chaux			
	0,20	sulfate de magnésie			
		Sulfure de bismuth trouvé :	0gr,535,	soit...	0,2926

» La présence de l'alumine n'introduit aucune difficulté spéciale dans l'emploi de la méthode, si toutefois la matière ne renferme pas de sulfates. Tel est le cas qui se présente dans l'examen d'un grand nombre de sols végétaux, que l'on traite par les acides azotique ou chlorhydrique, ou dans celui des silicates naturels, que l'on a rendus attaquables aux acides par calcination avec de la chaux.

» Mais il n'en est plus de même quand la matière à essayer contient du sulfate d'alumine, car l'alcool y déterminerait la précipitation de sulfates doubles retenant des alcalis ; on peut alors séparer l'alumine par un excès d'ammoniaque et se débarrasser ensuite du sel ammoniac formé en chauffant avec un peu d'acide azotique, comme l'a enseigné M. H. Sainte-Claire Deville.

» Le même procédé peut également être suivi en présence des phosphates, comme il s'en rencontre dans les guanos, les fumiers, etc. Mais on aura soin d'ajouter d'abord du chlorure de calcium, si l'on doute qu'il y ait assez de chaux pour entraîner tout l'acide phosphorique.

» On pourra aussi, dans le cas des sulfates alumineux, séparer l'acide sulfurique à l'état de sulfate de plomb au moyen d'un léger excès de nitrate de plomb, que l'on précipitera à son tour, par quelques gouttes d'acide chlorhydrique. S'il reste quelque peu de plomb dans la dissolution, ramenée au volume convenable pour l'essai, il se trouvera successivement précipité par l'alcool à l'état de chlorure ou d'hyposulfite double de plomb et de chaux, puis redissous par l'eau pure, et enfin précipité de nouveau avec le bismuth, après ébullition de la liqueur additionnée de quelques gouttes d'acide sulfurique. On terminera en séparant la chaux par l'ammoniaque et le carbonate, et pesant le sulfate de potasse. On ne risque pas ainsi de perdre une quantité sensible de l'alcali, entraînée par la précipitation de l'alumine.

» En opérant de la sorte sur un mélange de :

8°	0,40 gr	sulfate de potasse	contenant ..	Potasse.
	0,50	sulfate de soude		0,216 gr
	0,50	sulfate de magnésie		
	0,60	sulfate d'alumine		

j'ai obtenu 0gr,396 de sulfate de potasse, soit... 0,214.

» Le caractère propre de la nouvelle méthode est d'isoler de prime abord la potasse, sans avoir à précipiter les autres bases. Tout en épargnant beaucoup de temps, elle met à l'abri des pertes par entraînement, qui peuvent être considérables quand ces bases sont en proportions dominantes. Aussi ai-je pu l'utiliser pour quelques expériences délicates; je m'en suis servi notamment pour chercher le potassium dans les fontes et les fers, et dans les minerais de fer et de manganèse. N'ayant pas à séparer les métaux, il m'était possible d'opérer sur une dizaine de grammes.

» Le protochlorure de manganèse, obtenu directement dans l'attaque d'un minerai, n'occasionne aucune difficulté. Il n'en est pas tout à fait de même du perchlorure de fer; mais on y remédie en réduisant le sel au minimum par l'introduction de zinc métallique dans la liqueur acide. De cette façon, je suis parvenu à doser 0gr,021 de potasse sur 10 grammes d'un minerai de fer manganésifère de Gy (Haute-Saône), tandis que divers minerais de la Meuse et de la Haute-Marne n'en ont montré aucune trace.

» J'ai voulu vérifier si des fontes ou des fers fabriqués au charbon de bois ne renfermaient pas de petites quantités de potassium; en opérant sur divers échantillons de fontes blanche, grise, truitée, lamelleuse, d'acier et de fer, rapportés, en 1846, par M. Leplay de l'usine de Rhonitz (Hongrie), et conservés dans les collections de l'École des Mines, je n'ai pu constater dans tous que la complète absence du potassium. Ce n'est d'ailleurs là qu'une confirmation donnée par une méthode nouvelle aux résultats des patientes recherches du savant métallurgiste Karsten, qui a écrit : « Les » laitiers des hauts-fourneaux, ni la fonte obtenue au charbon de bois, » ne m'ont jamais donné une trace de potasse ou de potassium. »

M. J. Girard présente à l'Académie deux photographies, à un grossissement de 20 diamètres, d'un échantillon de sable fossilifère.

« Ce sable est composé presque entièrement de fossiles microscopiques, tels que Nummulites, Orbulites, Turritelles, etc. Il a été recueilli dans une

tranchée ouverte dans un terrain meuble à Retheuil (Aisne). On en a placé une petite quantité dans une cuve formée de deux lamelles de verre parallèles, et on l'a éclairé au moyen d'une lentille condensatrice, dirigeant les rayons solaires suivant un angle d'incidence d'environ 45 degrés, pour donner du relief aux fossiles. La distance focale de l'objectif à la surface sensible étant supérieure à 1 mètre, elle exigeait une certaine intensité lumineuse. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 juillet 1877.

Éléments de Zoologie; par M. P. Gervais; 3e édition. Paris, Hachette et Cie, 1877; in-8°.

Clinique médicale de la Pitié; par T. Gallard. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1877; in-8°.

Recherches sur les phosphorites du Quercy. Études des fossiles qu'on y rencontre et spécialement des Mammifères; par H. Filhol. Paris, G. Masson, 1877; in-8°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Les monstres doubles parasitaires hétérotypiens ou épigastriques, etc.; par le Dr Gross. Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie, 1877; br. in-8°. (Présenté par M. Sedillot.)

Les méthodes de la Chimie médicale; par le Dr G. Daremberg Paris, aux bureaux du *Progrès médical*, 1877; br. in-8°.

Société de Médecine légale de France. Bulletin; t. IV, 2e fascicule. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1877; in-8°.

Annales agronomiques; par M. P.-P. Dehérain; t. III, 2e fascicule, juillet 1877. Paris, G. Masson, 1877; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille; année 1874, 3e série, 14e volume. Paris, Didron; Lille, Quarré, 1877; in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. XIII, 3e série, année 1876. Troyes, Dufour-Bouquot, sans date; in-8°.

Traité des maladies de la prostate; par le Dr H. Picard. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1877; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

E. Ritter. *Genève et l'Institut de France.* Sans lieu, ni date; opuscule in-8°.

Boletin de la Societad geografica de Madrid; t. II, num. 1, 3, 4, 5, 6. Madrid, impr. T. Fortanet, 1877; 5 liv. in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; VIIe série, t. XXIV, n° 9: *Ueber das Krystallsystem und die Winkel des Glimmers; von* N.-V. Kokscharow. Saint-Pétersbourg, 1877; in-4°.

Lehrbuch der experimental Physik, bearbeitet von Dr Ad. Wullner; zweiter Band : *die Lehre vom Licht, etc.;* Leipzig, B.-G. Teubner, 1875; in-8°.

La città di Noto in Sicilia, nel suo essere prima del terremoto del 1693. Photographie transmise par M. F. Orsini.

ERRATA.

(Séance du 23 juillet 1877.)

Page 245, ligne 4, *ajoutez* (Présenté par M. Yvon Villarceau).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AOUT 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Condition pour que les normales principales d'une courbe soient normales principales d'une seconde courbe;* par M. **J.-A. Serret**.

« M. Mannheim a donné, dans l'avant-dernier *Compte rendu*, une démonstration assez compliquée de l'une des propositions renfermées dans le Mémoire important de notre confrère M. Bertrand.

» Je crois devoir présenter ici une démonstration analytique de ce théorème.

» Soient donc, en faisant usage des notations de mon *Calcul différentiel et intégral*, x, y, z les coordonnées de la première courbe et x_1, y_1, z_1 celles de la deuxième, l la longueur du segment : on aura

$$(1) \qquad x_1 - x = l\cos\xi, \quad y_1 - y = l\cos\eta, \quad z_1 - z = l\cos\zeta.$$

» La différentiation des équations (1) nous donne

$$ds_1 \cos\alpha_1 - ds\cos\alpha = dl\cos\xi - l(\cos\alpha\, d\sigma + \cos\lambda\, d\tau),$$

avec ses analogues. Ajoutons ces trois équations après les avoir multipliées :

1° par $\cos\xi$, $\cos\eta$, $\cos\zeta$; 2° par $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$; 3° par $\cos\lambda$, $\cos\mu$, $\cos\nu$; on aura

$$(2)\qquad dl = 0, \quad \text{d'où} \quad l = \text{const.},$$

$$(3)\qquad (\cos\alpha\cos\alpha_1 + \cos\beta\cos\beta_1 + \cos\gamma\cos\gamma_1)ds_1 - ds = -l\,d\sigma,$$

$$(4)\qquad (\cos\lambda\cos\alpha_1 + \cos\mu\cos\beta_1 + \cos\nu\cos\gamma_1)ds_1 = -l\,d\tau.$$

» Soit

$$(5)\qquad \cos\omega = \cos\alpha\cos\alpha_1 + \cos\beta\cos\beta_1 + \cos\gamma\cos\gamma_1;$$

en la différentiant, on trouve

$$d\cos\omega = 0, \quad \text{d'où} \quad \omega = \text{const.},$$

mais on a aussi

$$(6)\qquad \sin\omega = \cos\lambda\cos\alpha_1 + \cos\mu\cos\beta_1 + \cos\nu\cos\gamma_1.$$

» Alors les équations (3) et (4) deviennent, au moyen des formules (5) et (6),

$$(7)\qquad \cos\omega\,ds_1 = ds - l\,d\sigma, \quad \sin\omega\,ds_1 = -l\,d\tau,$$

et, en éliminant ds_1,

$$(8)\qquad \sin\omega(ds - l\,d\sigma) + l\cos\omega\,d\tau = 0.$$

» C'est la relation demandée. Elle est linéaire entre les deux courbures $\frac{d\sigma}{ds}$ et $\frac{d\tau}{ds}$; désignons par $\frac{1}{\rho}$ la première de ces deux courbures, et par $\frac{1}{R}$ la deuxième courbure, l'équation (8) devient

$$(9)\qquad \frac{l}{\rho} - \frac{l}{R\tan\omega} = 1.$$

» Si dans cette équation on fait $\omega = 90°$, on a $\rho = l$, c'est-à-dire que le rayon de courbure se trouve constant. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles considérations sur la localisation des centres cérébraux régulateurs des mouvements coordonnés du langage articulé et du langage écrit;* par M. **Bouillaud.**

« Parmi les nombreuses facultés distinctes et spéciales dont se compose le riche trésor des facultés motrices, sensitives, intellectuelles et volitives (volontaires), il en est trois qui méritent d'autant plus de fixer notre

attention, qu'elles sont au nombre de celles dont l'homme seul possède le glorieux privilége, et qui constituent ses attributs caractéristiques. Ces trois facultés sont la *parole*, la *lecture* et l'*écriture*. Or, elles ne peuvent s'exercer, se manifester et en quelque sorte se révéler qu'au moyen de certains mouvements dont la connaissance appartient, de plein droit, à la Médecine, considérée sous son double point de vue physiologique et pathologique. Il ne suffit pas, d'ailleurs, d'étudier ces mouvements dans les appareils extérieurs qui les exécutent. Il faut aussi rechercher quels sont les nerfs qui en apportent l'agent excitateur et quels sont les centres nerveux d'où part cet agent, et en sont les *régisseurs*, les *coordinateurs*, et en quelque sorte les *législateurs*, sans préjudice de l'intervention suprême de l'intelligence et de la volonté.

» Cette recherche du lieu ou du siége que les centres moteurs coordinateurs occupent dans le dédale des circonvolutions cérébrales est de la plus haute importance et, si je puis le dire, d'un ordre supérieur. Ce n'est pas, au reste, une étude de pure curiosité, mais une œuvre d'une utilité pratique, ainsi qu'il est facile de le pressentir. Comment, en effet, traiter les lésions dont ces centres nerveux peuvent être affectés, pratiquer les opérations chirurgicales que ce traitement peut réclamer, si l'on ignore quel est le siége de ceux-ci et partant celui du mal?

» Mais, dira-t-on, ce n'est pas dans le cerveau, c'est dans le cervelet que réside le pouvoir coordinateur des *mouvements dits volontaires ou de locomotion et de préhension*. Il est vrai qu'un illustre expérimentateur, M. Flourens, croyait l'avoir démontré. Qu'il nous soit permis de dire à ceux qui l'ignorent, et ils sont très-nombreux, que déjà en 1825 et 1828, appuyé à la fois sur l'observation clinique et sur l'expérimentation, nous avons combattu cette doctrine (¹). Alors nous nous sommes efforcé de démontrer que, si le cervelet coordonnait, il est vrai, les mouvements de la marche et de la station, sous toutes ses espèces, le cerveau, pour sa part, en coordonnait un très-grand nombre d'autres, tels que ceux de l'œil, de l'appareil de la parole, de celui de l'écriture, etc. (²).

(¹) *Traité clinique et physiologique sur l'encéphalite; recherches cliniques et expérimentales sur les fonctions du cervelet.*

(²) Nous avons dit depuis, et nous le répétons, que le cerveau et le cervelet coordonnent tous les mouvements soumis à l'empire de la volonté et de l'intelligence.

Première Partie. — *Localisation du centre nerveux régulateur des mouvements du langage écrit.*

» I. Dans le cours de mes recherches sur les lésions diverses, et particulièrement sur la perte de la parole ou du langage articulé, produites par les maladies des lobes antérieurs du cerveau, je constatai que, dans un certain nombre de cas, il existait en même temps des lésions analogues des facultés de l'écriture, ou langage écrit, et de la lecture. Je n'en fus que médiocrement surpris, tant sont étroits les rapports entre ces trois facultés intellectuelles, bien que d'ailleurs distinctes.

» Il y a, dans l'étude de la faculté du langage écrit, comme dans celle du langage oral ou articulé, deux parties essentiellement distinctes : l'une comprenant tout ce qui regarde les mots par lesquels nous représentons nos pensées ; l'autre, comprenant tout ce qui se rapporte aux mouvements par lesquels nous exprimons ces mots; et c'est spécialement de cette dernière partie que connaît la Médecine, considérée sous son double point de vue physiologique et pathologique. Toutefois, ces mouvements eux-mêmes étant de l'ordre de ceux qu'il faut *apprendre*, qui réclament une sorte d'*éducation* et l'intervention de la volonté, il est évident que, à l'instar des mots dont ils sont les signes représentatifs, comme ceux-ci le sont de nos pensées, la Physiologie et la Psychologie concourent, chacune pour leur part, aux deux grandes fonctions du langage articulé et du langage écrit, considérés dans tout l'ensemble de leurs éléments constituants.

» De même que, pendant bien des siècles, on avait attribué à une paralysie de la langue elle-même ou de la voix certaines pertes de la parole ou du langage articulé qui, nous le savons aujourd'hui, dépendent d'une maladie des lobes antérieurs du cerveau, ainsi a-t-on attribué à une paralysie, à je ne sais quelle crampe de la main, dite *crampe des écrivains*, certaines pertes de l'écriture ou du langage écrit, provenant aussi d'une maladie du centre nerveux cérébral qui régit, règle, coordonne les mouvements nécessaires à l'opération ou fonction de l'écriture, sorte de *parole manuscrite*.

» II. Nous allons commencer par rapporter deux observations particulières de cette espèce de paralysie des mouvements coordonnés de l'écriture, à laquelle on pourrait donner le nom d'*achirographie*, comme on a donné celui d'*aphasie* ou d'*aphémie* à la paralysie des mouvements coordonnés de la voix articulée. Or, comme tantôt la perte de la faculté d'*écrire* existe seule, tantôt, au contraire, est associée à une semblable

lésion des facultés de parler et de lire, nous donnerons un exemple de chacune de ces deux espèces de cas.

» *Premier cas.* — Il y a quelques années, je me trouvai en consultation avec mon collègue, M. le professeur Richet, pour un jeune homme qui, obligé par sa profession à des travaux prolongés d'écriture, avait éprouvé d'abord une simple difficulté, un embarras, un désordre dans la faculté d'écrire, puis avait fini par ne pouvoir plus écrire du tout, ou du moins avec une telle difficulté, qu'il prit le parti de remplacer pour cet office sa main droite par sa main gauche. Les choses en étaient là, quand la consultation eut lieu.

» Nous examinâmes toutes les parties dont se compose le bras droit, la main en particulier, et il nous fut impossible de constater aucune lésion anatomique ou matérielle, à laquelle on pût attribuer la perte de la faculté d'écrire dont la main droite était frappée. Ce membre, d'ailleurs, n'était paralysé ni du sentiment, ni des mouvements autres que ceux nécessaires à l'opération de l'écriture.

» Nous prescrivîmes un traitement approprié, mais en conseillant au jeune homme de continuer l'*éducation* de sa main gauche, ce qu'il a fait, avec un succès que nous avons appris avec bonheur.

» Il ne me fut pas possible de ne pas comparer ce cas à ceux, bien plus nombreux, dans lesquels j'avais vu des personnes privées de la faculté de parler, uniquement parce que le centre cérébral régulateur des mouvements coopérateurs de la parole était frappé d'une maladie qui le rendait impropre à l'exercice de ses fonctions, lesquelles personnes jouissaient d'ailleurs, comme le jeune homme dont nous parlons, du libre exercice de toutes les autres facultés psychologiques et physiologiques.

» Cette manière de considérer la maladie de notre jeune homme diffère singulièrement de celle jusqu'ici généralement adoptée. D'après cette dernière, on la rangerait dans la catégorie de celles connues sous le nom impropre de *crampe des écrivains*, bien que, ni dans la main, ni dans les autres parties du bras droit, il n'existât la moindre trace de l'état morbide des muscles qui mérite ce nom.

» Quoi qu'il en soit, en présence du fait ci-dessus raconté, nier qu'il existe une faculté spéciale pour le *langage écrit*, ce serait vraiment nier la lumière en face du Soleil.

» *Deuxième cas.* — Le 12 juillet 1865, MM. José Béth... et Miguel de T..., des îles Canaries, m'amenèrent un de leurs compatriotes, ingénieur très-distingué, encore dans la force de l'âge, atteint d'une perte presque complète de la parole, avec hémiplégie du côté droit, mais bien diminuée au moment où le malade me fut présenté. Cet ingénieur avait conservé sa belle intelligence, sans en excepter la mémoire spéciale des mots. Il *lit mentalement*, mais ne peut ni *prononcer*, ni *écrire* ce qu'il lit ainsi en esprit; à peine peut-il signer son nom. Le langage mimique est très-animé, et le malade s'en sert particulièrement

pour exprimer toute son impatience d'être privé de celui du langage articulé. L'expression de la physionomie, le regard *parlent* en quelque sorte avec une remarquable énergie.

» Je conseillai un voyage aux eaux de Bourbonne. A son retour, le 5 août, le malade me fait une nouvelle visite, en compagnie de sa femme, de son beau-frère et de son médecin ordinaire. Je ne constatai aucun changement bien notable dans son état.

» Le côté droit du corps (visage compris), plus faible que le gauche, exerçait néanmoins tous ses mouvements. Toutefois, ce malade si intelligent, si vif, s'obstinait à rapporter uniquement à cette faiblesse *son extrême difficulté de parler et d'écrire*, dont il continuait à s'impatienter, avec une énergie vraiment espagnole, qu'il exprimait, ainsi que ses autres pensées, par un langage mimique, plus accentué dans le côté gauche que dans le côté droit, resté moins fort depuis la maladie.

» Je le priai de lire et de *prononcer* les mots « Cours d'Astronomie », placés sous ses yeux. Après une, deux, trois syllabes, il s'arrête, hésite, *balbutie*. Je le prie alors d'*écrire de la main droite*. Il s'y refuse d'abord, avec quelque emportement, et *écrit lentement, difficilement, un mot de la gauche;* puis, de lui-même, un peu plus tard, péniblement, en hésitant, en *bégayant*, pour ainsi dire de sa plume, il écrit de la main droite son propre nom : CLAV...., en lettres *tremblées*, et s'arrête, vu son embarras.

» Je m'efforce alors de lui faire comprendre que, s'il n'écrit ni ne parle avec la même facilité qu'autrefois, ce n'est pas à sa main, à sa langue, à ses lèvres et à sa joue droite qu'il faut surtout s'en prendre, puisqu'il marche bien encore, malgré la faiblesse du membre inférieur droit, mais à ce qu'il a *désappris à coordonner les mouvements nécessaires à la prononciation et à l'écriture, et qu'il faut recommencer son éducation*, sous ce rapport spécial.

» Alors il argumente contre moi en bredouillant (articulant toutefois assez distinctement quelques mots), en gesticulant, dans la perfection, des bras, du visage et des yeux. Il avait écouté et saisi très-bien tous mes raisonnements, mais il restait persuadé *qu'il écrirait et parlerait, si son côté droit était aussi fort qu'avant la maladie*.

» Eh bien, lui dis-je, en attendant le retour complet des forces motrices de ce côté, *apprenez à écrire et à parler du côté gauche*, ce qui ne lui sourit que médiocrement. Toutefois, les personnes qui l'accompagnaient abondèrent dans mon sens, et, sur mon expresse recommandation, essayeront de lui *réapprendre*, par la méthode ordinaire, *à parler*, et *à écrire en se servant de la main gauche au lieu de la droite*.

» Est-il besoin d'ajouter que l'état anormal du cerveau ne portant que sur le lobe frontal gauche, on a lieu d'espérer qu'il pourra être remplacé par le lobe droit correspondant ?

» III. D'après l'exposé des symptômes, on ne saurait, chez notre malade, trouver dans les appareils extérieurs destinés au double langage de la parole et de l'écriture la cause de son abolition presque complète. On ne saurait la trouver, non plus, dans la lésion de la mémoire des mots, des idées qu'ils doivent représenter, de la volonté ou du désir, puisque, comme nous l'avons expressément énoncé, cette lésion fait absolument défaut.

» Ces causes étant ainsi éliminées, quelle autre nous reste-t-il à invoquer pour expliquer, dans ce cas, la profonde lésion du *langage articulé* et du *langage écrit*, sinon une *altération morbide*, une maladie du double centre

ou pouvoir cérébral, sans le concours duquel les mouvements coordonnés, co-associés, nécessaires à ce double langage, ne peuvent être exécutés?

» IV. Jusqu'ici, j'ai vainement cherché quelle était la circonvolution, la région précise, et en quelque sorte *géométrique* du cerveau, dans laquelle avaient leur siége les lésions productrices des divers troubles ou dérangements des mouvements coordonnés de l'écriture ou du langage écrit. Mais comme, dans un certain nombre de cas, j'ai rencontré ces dérangements chez des sujets qui offraient en même temps des dérangements des mouvements coordonnés de la parole ou du langage articulé, il m'a semblé que, jusqu'à plus ample informé, il m'était permis de présumer que les lésions productrices des uns et des autres avaient également leur siége dans les circonvolutions qui forment les lobes antérieurs du labyrinthe cérébral. Cette présomption se fonde sur l'étroite alliance qui existe entre le langage *oral* ou articulé et le langage manuscrit ou *chirographique*.

» Si donc les faits ultérieurement recueillis continuent à démontrer que la troisième circonvolution du lobe antérieur gauche du cerveau est bien celle où réside le centre coordinateur, la puissance législatrice ou *régulatrice* des mouvements coopérateurs du langage *oral*, je ne serai pas de ceux qui s'étonneront, dans le cas où des faits exactement recueillis, et en assez grand nombre, viendraient aussi démontrer que, soit dans une partie de cette circonvolution, soit dans la partie la plus voisine d'une autre circonvolution, a son siége la puissance régulatrice des mouvements coopérateurs du langage *écrit*.

» Il est dans l'étude du langage écrit ou *manuscrit* une circonstance des plus curieuses, sur laquelle je prie l'Académie de fixer toute son attention. Cette circonstance consiste en ce que, possédant deux mains exactement semblables, la droite et la gauche, nous ne nous servons cependant, à l'état normal, que de la droite. Le célèbre Franklin, ce profond observateur, vivement frappé d'un tel phénomène, l'a signalé dans un écrit de deux pages, étincelantes d'esprit, sous le titre de *Pétition de la main gauche,* se plaignant qu'on ne lui apprend rien à elle et qu'on apprend tout à sa sœur, la main droite. Nous reviendrons sur cette curiosité dans la seconde Partie de ce travail. »

COSMOLOGIE. — *Recherches expérimentales, faites avec les gaz produits par l'explosion de la dynamite, sur divers caractères des météorites et des bolides qui les apportent;* par M. DAUBRÉE (suite) (1).

« *Application des expériences au mode de parcours des bolides à travers l'atmosphère.* — Nous allons trouver d'autres rapprochements, non moins satisfaisants, en ce qui concerne le parcours des bolides à travers l'atmosphère terrestre et la possibilité d'expliquer des chutes de météorites très-nombreuses, sans faire intervenir la supposition d'essaims, composés de corps multiples provenant des espaces célestes. Cela résulte principalement de deux caractères d'un ordre très-différent : 1° la faiblesse ordinaire des érosions subies par les météorites depuis leur rupture en fragments polyédriques; 2° le mode de dispersion des météorites, lors de leur arrivée à la surface du sol.

» *Faiblesse ordinaire des érosions subies par les météorites depuis leur rupture en fragments polyédriques : il en résulte que ces corps n'étaient pas séparés lors de leur entrée dans l'atmosphère.* — Tout en présentant une forme fragmentaire et très-souvent polyédrique, les météorites, fers et pierres, présentent, à leur superficie, des effets évidents de l'action des gaz comprimés et échauffés. Lors même que les arêtes des polyèdres ont été à peine émoussées, les alvéoles caractéristiques, qui se montrent sur une partie de la surface, témoignent de l'action érosive des gaz de l'atmosphère, sous forme de tourbillons.

» Or les expériences ont montré avec quelle rapidité les gaz agissent, dans des conditions semblables à celles où se trouvait le bolide, lors de son incandescence dans l'atmosphère; l'énergie de l'érosion a été parfaitement reconnue avec les gaz non-seulement de la dynamite, mais aussi de la poudre.

» Si de telles masses avaient été *isolées* les unes des autres, dès leur entrée dans l'atmosphère, leur surface aurait été exposée aux gaz incandescents et comprimés, sur tout le trajet compris entre le moment où le bolide est devenu lumineux et celui où il a éclaté, puis s'est éteint; c'est un trajet qui dépasse très-souvent 200 kilomètres et qui dure plusieurs secondes. Pendant tout ce temps ils n'auraient certainement pu conserver, au milieu d'actions fortement érosives, cette forme polyédrique avec des

(1) *Voir* p. 115 et 253 de ce volume.

arêtes et des angles si nettement accusés, et d'une conservation aussi surprenante.

» D'ailleurs, de tout petits fragments, par exemple de la grosseur d'un pois, comme on en a rencontré abondamment dans les chutes de Hessele et Pultusk, n'ont subi dans leur intérieur aucune modification de couleur. S'ils avaient été exposés à la chaleur au delà d'un instant très-court, leur pâte se serait probablement noircie.

» On est donc conduit à admettre que des fragments aussi anguleux n'ont pu être soumis aux gaz très-échauffés et comprimés que pendant un temps très-court, probablement moindre qu'une seconde. Au lieu d'avoir été isolées dans l'espace, ainsi qu'on l'a supposé pour certains cas, ces météorites, lors de leur entrée dans l'atmosphère terrestre, devaient faire partie d'une masse unique et elles ne se sont séparées les unes des autres qu'à la fin du parcours du bolide, lors de la rupture de cette masse et des détonations : c'est alors que se sont brusquement formés ces fragments et qu'ils ont acquis une individualité.

» Cette conclusion, déduite de la faible érosion d'une foule de fragments météoriques, comparativement à ce que montrent les résultats d'expérience, est pleinement confirmée par un caractère d'un ordre tout à fait différent, le mode de dispersion des météorites, lors de leur arrivée à la surface du sol, ainsi que j'essayerai prochainement de le démontrer.

» *Cause des ressemblances qui existent entre divers caractères des météorites et des bolides, et certains effets des gaz de la dynamite.* — Les phénomènes qui accompagnent, avec une constance des plus remarquables, l'arrivée des météorites sur notre globe sont bien connus. A son entrée dans l'atmosphère terrestre, le bolide, qui est doué d'une vitesse planétaire, ne tarde pas à devenir incandescent, et il poursuit une longue trajectoire, à l'état lumineux, out en descendant de plus en plus vers la surface de la Terre. Après un trajet qu'on observe souvent pendant un certain nombre de secondes, et à une hauteur encore considérable, il éclate, souvent à deux ou trois reprises, puis il paraît s'éteindre en envoyant des fragments à la surface du sol. L'incandescence, autrefois attribuée à des effets électriques ou à des dégagements gazeux, s'explique par le simple effet de la compression de l'air, lequel est refoulé par un corps doué d'une vitesse sans analogue sur notre globe ; c'est ainsi que Benzenberg l'avait supposé, dès 1818, par une assimilation avec le briquet pneumatique et que Haidinger l'a expliqué en 1861. Au milieu de cet air, qu'il a lui-même fortement comprimé et échauffé, le bolide se trouve donc dans des conditions qui offrent

des analogies avec ce qui se passerait si, étant au repos, il était soumis à des gaz très-comprimés, comme ceux que produit l'explosion de la dynamite. Ces analogies se précisent par un examen plus attentif, d'une part de la pression exercée, d'autre part de la faible quantité de gaz mise en jeu.

» *Les gaz qui agissent sur le bolide, après son entrée dans notre atmosphère, paraissent avoir une pression comparable à celle des gaz que l'expérience met en jeu et peuvent avoir produit des ruptures analogues.* — Il est sans doute impossible de déterminer, et même avec une grossière approximation, les diverses pressions qu'un bolide exerce contre la couche d'air qu'il refoule, depuis qu'il entre dans les hautes régions de notre atmosphère jusqu'au point élevé où, à la suite de détonations, il envoie des fragments à la surface du sol. Les trajectoires de ces bolides, ainsi que leurs vitesses successives, sont très-imparfaitement connues, ce qui s'explique par la surprise que cause leur apparition et par l'insuffisance des observations dont ils peuvent être l'objet.

» Cependant, d'après l'incandescence qui accompagne toujours ce phénomène et qui doit correspondre à la température de la combustion du fer, c'est-à-dire à 1000 ou 1200 degrés, ainsi que d'après les évaluations déduites des pertes probables de vitesse, particulièrement celles auxquelles est arrivé M. Reinhold de Reichenbach ([1]), il est permis de croire que cette compression est du même ordre que celles des gaz mis en action, dans les expériences qui précèdent.

» *Les faits caractéristiques des bolides peuvent s'expliquer par l'action d'une très-faible masse gazeuse, conformément aux expériences.* — Quand on cherchait à attribuer à la pression de l'air la part principale dans la rupture des bolides, on était arrêté, tout d'abord, par cette objection que cette rupture si violente, et s'exerçant souvent sur des masses très-tenaces, a lieu dans des régions fort élevées de l'atmosphère, où l'air est extrêmement raréfié. C'est ainsi que Poisson a été conduit à en chercher ailleurs la cause ([2]).

» Cette objection trouve une réponse dans les expériences précédentes, où une quantité de gaz extrêmement faible produit également des effets très-considérables. Ainsi, une quantité de gaz, du poids de $1^{kg},5$ ([3]), a agi

---

([1]) *Poggendorff's Annalen*, t. CXIX, p. 275, 1863.

([2]) *Probabilités des jugements*, 1837, p. 306.

([3]) La dynamite (nº 1) employée, provenant de la poudrerie de Vonges, renfermait 25 pour 100 de son poids de matière siliceuse (randanite), et par conséquent inerte.

dans plusieurs des expériences dont on a vu les résultats. C'est dans ces conditions que se sont produits à la fois, sur un même prisme d'acier, et à part, divers affouillements de surface et des mouvements intérieurs accusés par des surfaces striées : d'une part, des ruptures qu'opéreraient à peine la pression de 1 million de kilogrammes, c'est-à-dire la pression d'un poids 600 000 fois plus grand que celui du gaz, cause de ces déchirements; d'autre part, des écrasements qui ne peuvent correspondre à moins de 3000 atmosphères.

» Ce poids de $1^{kg},5$ de gaz s'appliquait sur une surface du prisme d'acier ayant 134 centimètres carrés, ce qui, en moyenne, correspondrait à un poids de gaz de $0^{gr},116$ par millimètre carré.

» Or, on peut voir, par un calcul bien simple, que la masse d'air qu'un bolide rencontre et qu'il comprime dans les hautes régions de l'atmosphère est tout à fait du même ordre. Un litre d'air, au niveau de la mer et à la température zéro, pèse $1^{gr},293$. Supposons un projectile sphérique ayant une section de 1 centimètre carré et parcourant 100 kilomètres, avec la vitesse des bolides, dans un air de cette densité; au bout de son parcours, il aurait déplacé et refoulé 10000 litres d'air, d'un poids de 12930 grammes, en faisant abstraction des mouvements imprimés aux parties de l'air qui l'avoisinent dans sa course et en supposant au phénomène une simplicité qui nous suffit, pour l'appréciation à laquelle il s'agit d'arriver (¹). Mais la rupture a lieu à des hauteurs où l'air est beaucoup moins dense. Si nous supposons le trajet de ce même projectile de 1 centimètre carré de section, exécuté à travers un air 100 fois plus rare, le poids du gaz refoulé serait 100 fois moindre, c'est-à-dire de $129^{gr},3$, soit $1^{gr},29$ par millimètre carré. Ce serait un poids 10 fois plus considérable que celui qui agissait dans les expériences précitées. Ce dernier poids correspondrait seulement au poids qui serait déplacé dans un air 1000 fois plus rare que celui du niveau de la mer, qui nous sert de type.

» Il ne peut s'agir ici que d'une approximation grossière; car l'air, quelque énorme que soit la rapidité avec laquelle il est comprimé, ne s'accumule pas intégralement, à l'avant du bolide, en forme de proue; une partie s'échappe latéralement et passe à l'arrière du bolide, contribuant ainsi à la longue traînée lumineuse qui suit le projectile d'origine céleste,

(¹) Il s'agit d'un maximum; car cette même quantité de gaz produit toujours des actions considérables, en dehors de la masse d'acier qui lui était soumise, notamment en démolissant les parois du puits de l'expérience et en se propageant au dehors du puits.

et à l'agrandissement de sa dimension apparente pour le spectateur placé à distance.

» Quoi qu'il en soit, ce témoignage imposant de la puissance brisante des gaz rend compte des faits qui doivent se passer dans le trajet d'une météorite à travers l'atmosphère, lors même que, dans le phénomène naturel, les gaz n'atteindraient pas une pression aussi élevée que dans le cas de l'explosion de la dynamite. On s'explique, sous la simple action atmosphérique, la rupture de masses de fer doux et la production de fragments, tels que ceux qu'ont apportés le bolide de Hraschina en Croatie, le 26 mai 1751, et celui de Braunau en Bohême, le 14 juillet 1847. Il en est de même pour les masses de fer, connues en diverses contrées, dont la chute remonte à une époque indéterminée, comme les morceaux de fer parsemés de péridot, ou syssidères, du désert d'Atacama, et représentés par des milliers d'échantillons épars. A plus forte raison est-il facile de comprendre la rupture en une multitude de fragments, quand il s'agit de masses pierreuses et d'une cohésion incomparablement moindre, comme celles qui constituent les météorites du type commun.

» On ne saurait d'ailleurs oublier que l'échauffement subit et intense d'une telle masse, à partir de sa surface, tandis qu'elle est encore très-froide dans son intérieur, doit aussi faciliter son éclatement.

» *Analogie des deux milieux au point de vue de la composition chimique.* — Cette comparaison entre le phénomène naturel et le résultat de l'expérience ne s'applique pas seulement à la pression développée dans les deux cas par une très-faible masse gazeuse : il y a aussi une certaine ressemblance dans la composition chimique des deux milieux; car, comme l'a dit M. Berthelot, la nitroglycérine jouit de la propriété exceptionnelle de renfermer plus d'oxygène qu'il n'est nécessaire pour en brûler complétement les éléments. Les gaz de la dynamite se composent donc non-seulement d'acide carbonique, de vapeur d'eau et d'azote, mais aussi d'oxygène en excès.

» *Dans les météorites elles-mêmes, il y a tout un ensemble de caractères qui se trouvent imités simultanément par l'expérience.* — Quant aux météorites, les ressemblances sont plus faciles à constater que pour les bolides, puisqu'au lieu d'être à distance elles sont tangibles. Comme caractères divers des météorites, reproduits par l'expérience, je rappellerai : 1° formes essentiellement fragmentaires et le plus souvent polyédriques; 2° excoriations ou piézoglyptes, très-souvent en forme de cupules, qui sont essentiellement caractéristiques; 3° changement de texture des fers météoriques,

à proximité de leur surface; 4° surfaces striées et fibreuses, dans l'intérieur de la masse, résultant de frottements moléculaires; 5° veinules noires, connues sous le nom de *lignes noires*, résultant de la pénétration de la partie fondue à la surface qui est foulée par la pression, jusque dans les parties profondes, comme il arrive très-fréquemment; 6° colorations foncées, désignées sous le nom de *marbrures noires*, bien caractérisées aussi, quoique moins communes que les veinules.

» *Résumé*. — La compression de l'air que le bolide refoule devant lui ne produit pas seulement la chaleur et la vive incandescence de ce corps, ainsi que la traînée lumineuse dont il s'enveloppe, de manière à frapper et à éblouir les regards. Cette compression paraît contribuer aussi, pour la part principale, à la rupture de la masse, quelque tenace qu'elle soit; puis à l'affouillement de chacun des fragments à leur surface, à la pulvérisation partielle de la substance fondue à sa surface, qui renforce l'incandescence du corps, ainsi qu'à plusieurs autres effets.

» Toute une série de caractères, offerts par les météorites, ainsi que par les bolides qui les apportent, se trouvent, en effet, imités, complétement et simultanément, par certains effets des gaz fortement comprimés et échauffés. De ces reproductions fidèles il résulte, pour les parties du phénomène naturel qu'elles concernent, une explication que l'on est en droit de qualifier de démonstration expérimentale. Les ressemblances, à la fois multiples et diverses, auxquelles nous sommes ainsi conduits, entre deux ordres de faits qui, au premier abord, sont si différents, ne paraissent pas moins concluantes que celles que nous reconnaissons exister dans les effets de l'électricité, soit qu'elle se manifeste dans des appareils restreints, soit que, comme l'incandescence et la détonation des bolides, elle s'élabore dans les hautes régions de l'atmosphère, sous la forme d'éclair ou de foudre, ou avec les splendeurs de l'aurore boréale.

» Sans doute, avant ces expériences, on avait regardé d'une manière générale la compression de l'air comme la cause de l'incandescence des bolides; mais il fallait la synthèse expérimentale, non-seulement pour justifier cet aperçu et en donner une véritable démonstration, mais aussi pour faire pénétrer dans l'intimité du phénomène. Dans un autre ordre de faits, plus général que celui qui vient de nous occuper, des expériences, très-ingénieusement instituées et discutées, avaient fait supposer que la foudre était à assimiler à l'électricité que développent nos appareils; l'abbé Nollet avait déjà fait des rapprochements qui paraissaient sans répliques; cependant ce fait capital ne fut réellement démontré que lorsque, en 1752, Franklin fit descendre la foudre des nuages pour l'interroger lui-même. »

GÉOLOGIE. — *Terrains tertiaires du Vicentin* (suite et fin); par MM. Hébert et Munier-Chalmas ([1]).

VI.

Calcaire marneux à Orbitoïdes (groupe de Priabona de M. Suess).

« Cette division, qui a une épaisseur de plus de 60 mètres dans cette région, commence par des calcaires schisteux qui présentent encore les mêmes Nummulites que dans les couches inférieures, mais où apparaissent les Orbitoïdes, les Operculines, les Échinides, la *Serpula spirulæa*. L'épaisseur de ces couches est de 12 mètres; puis les bancs deviennent marneux et renferment en abondance des Orbitoïdes sur 46 mètres de hauteur. Plus haut se présentent des marnes à nombreuses Operculines et *Spondylus cisalpinus* Brongn., etc., qui se rattachent intimement aux précédentes. La même série peut être suivie dans tout son développement sur la route de Priabona, jusqu'au village; on voit qu'elle présente à la partie supérieure des calcaires marneux renfermant des Bryozoaires, dans lesquels les Orbitoïdes et les Échinodermes se trouvent encore en grand nombre, et qui sont recouverts par les marnes à Bryozoaires dont nous allons parler.

» *Marnes à Bryozoaires de Brendola.* — Ces marnes à Bryozoaires font essentiellement partie du même ensemble et ne peuvent que constituer une division très-secondaire.

» Le val Scaranta, sous le château de Brendola (Monti Berici), offre un beau développement de cette partie supérieure du système précédent, riche en Bryozoaires, en Operculines, *Ostrea Brongnartii*, *Terebratulina tenuistriata* Leym. Ici, comme à la Casa Fortuna, à l'est de Castel Gomberto, on peut évaluer à 60 mètres l'épaisseur de ces marnes, dont la base seule était visible à la butte de la Granella.

» La faune de ce système est exactement la même que celle des calcaires et marnes de Bude et de Biarritz. Une nouvelle liste de fossiles serait presque la reproduction de celles que nous avons données (p. 182 et 183).

VII.

Calcaires à Lithothalmium *et à Polypiers de Crosara et de San-Luca.*

» La superposition de ces calcaires aux marnes à Bryozoaires se voit très-bien dans les localités citées ci-dessus. A la Casa Fortuna, ces cal-

---

([1]) Voir p. 122, 181 et 259 de ce volume.

caires ont au moins 60 mètres de puissance. Ils renferment des Nummulites et des Échinodermes (*Echinolampas similis*, Ag.).

» Le passage de ces calcaires à Polypiers aux marnes à Bryozoaires est tellement insensible, qu'il faut encore nécessairement considérer ces couches comme la continuation des précédentes. Il en résulte que nos divisions V, VI et VII font partie d'un même ensemble, tout à fait comparable au système nummulitique des Hautes-Alpes de Suisse et de France, à celui de Brauchaï et d'Allons (Basses-Alpes), système qui pour nous représente l'éocène supérieur du bassin méditerranéen.

VIII.

Marnes de Laverda. — Tuf de Sangonini et de Salcedo.

» Au-dessus des calcaires à Polypiers de Crosara et de San-Luca se montre une série de marnes alternant avec quelques bancs de grès argilo-calcaires. A diverses hauteurs, on rencontre les mêmes fossiles : *Pholadomia Pushii*, Goldf., *Sanguinolaria*, *Panopæa angusta*, Nyst. (*P. Heberti*, Bosq.), *Rostellaria ampla*, Brand., *Cardita Lauræ*, Brong., *Turritella*, etc. ; les Nummulites abondent dans certains bancs. Les espèces que nous venons de citer se retrouvent à Gnata (Salcedo), en face du coteau de Laverda, et à Sangonini, près Lugo, dans des couches qui, pour nous, appartiennent sans aucun doute possible à la partie supérieure des marnes de Laverda.

» Ce système des marnes de Laverda a été rapproché du *Flysch* des Alpes centrales ; mais ce rapprochement ne nous paraît pas justifié.

» La faune de ce système renferme quelques espèces éocènes, parmi lesquelles nous remarquons :

Cassidaria ambigua, Brand.,	*Murex tricarinatus*, Lamk.,
Pyrula nexilis, Brand.,	*Fusus subcarinatus*, Lamk.

Un nombre plus considérable d'espèces du niveau de Gaas ou des sables de Fontainebleau, dont les principales sont :

Natica auriculata, Grat.,	*Cassis mammillaris*, Grat.,
Calyptrea striatella, Desh.,	*Fusus costellatus*, Grat.,
Voluta modesta, Merian.,	*Ancillaria anomala*, Schl.,
» *elevata*, Sow.,	*Cardium anomale*, Math.,
Cypræa splendens, Grat.,	*Cytherea splendida*, Merian.

» Plusieurs de ces espèces se retrouvent dans la zone à *Natica crassatina* de Castel-Gomberto, dont la faune est intimement liée à la précédente.

IX.

Calcaires à Natica crassatina.

» A Crosara, comme à Sangonini, les marnes de Laverda sont surmontées de calcaires qui contiennent la *Natica crassatina* et autres fossiles du même horizon géologique; mais c'est aux environs de Castel-Gomberto (Monte-Grumi, etc.), et surtout au-dessus de Gambugliano (Monte-Cariole) qu'on peut prendre une juste idée de l'importance de ce dépôt et de la faune qui le caractérise. Ces calcaires, épais, à Gambugliano, de près de 150 mètres, renferment par place, en abondance, les fossiles dont les principaux sont :

Natica crassatina, Desh.,
» *Delbosi*, Heb.-Ren.,
Cerithium plicatum, Brug.,
» *trochleare*, Lamk.,
» *conjunctum*, Desh.,
» *elegans*, Desh.,
» *calculosum*, Bast.,
Deshayesia parisiensis, Raulin.
Delphinula scobina, Brong.
Bayania semidecussata, Lamk. sp.,
Strombus auricularius, Grat.,
Cassis mammillaris, Grat.,
Terebellum subconvolutum, d'Orb.,
Cardium anomale, Math.,
Spondylus cisalpinus, Brong.,
etc., etc.

» C'est la faune de nos sables de Fontainebleau et des faluns de Gaas. Dans le Vicentin, elle est accompagnée de nombreuses Nummulites comme à Gaas, tandis que ce fossile est extrêmement rare dans les sables de Fontainebleau, et qu'il n'a pas encore été rencontré en Hongrie à ce niveau.

» En plusieurs points, notamment à Monte-Viale, au-dessous d'un tuf résultant de la désagrégation des calcaires précédents, et renfermant de nombreux fossiles arrachés à ces calcaires, se trouvent des lignites où nous avons recueilli : *Natica crassatina*, *N. Delbosi*, et des fragments de mâchoire d'*Anthracotherium magnum*.

» Déjà nous avons signalé en Hongrie la présence de ce Mammifère dans les lignites associés aux argiles à *Cyrena convexa*.

» Au-dessus du calcaire à *Natica crassatina* viennent, dans le Vicentin, des calcaires où abonde une Orbitoïde gigantesque de 9 centimètres de diamètre qui paraît avoir échappé jusqu'ici aux explorateurs. Ces calcaires sont surmontés par des couches qui renferment en grande quantité des Clypeaster, des Scutelles, des Peignes. Nous ajournerons à un autre moment l'étude de ces couches.

CONCLUSIONS.

Rapports synchroniques entre les assises de la Hongrie et du Vicentin précédemment décrites, et la série tertiaire du bassin de Paris, par M. HÉBERT.

» Si l'on cherche à établir d'une manière complète le synchronisme des assises dont nous venons de donner les caractères, dans le Vicentin et la Hongrie, avec la série du bassin de Paris, on arrive aux résultats suivants, en allant de haut en bas :

» 1° Les calcaires de Castel-Gomberto à *Natica crassatina* sont contemporains des sables de Fontainebleau, ainsi que les sables à *Pectunculus obovatus* de Hongrie.

» 2° Les argiles à *Cyrena convexa* occupent la même place en Hongrie que dans le bassin de Paris; elles sont nécessairement synchroniques des marnes de Laverda, puisque celles-ci sont également comprises entre les couches à *Natica crassatina* et la partie supérieure du système de Priabona, identique à celui de Bude.

» C'est à la base de cette deuxième division que je place la limite entre le terrain miocène et le terrain éocène. Cette limite, extrêmement marquée en Hongrie, est accusée dans le Vicentin par un changement notable dans la faune.

» 3° Les marnes de Bude et les couches à Orbitoïdes et à *Nummulites Tchihatchefi* sont représentées dans le Vicentin par les assises intimement liées entre elles des calcaires à Polypiers de Crosara (VII), des couches de Priabona (VI), et des calcaires à *Cerithium Diaboli* (V).

» Cette série correspond exactement, sauf pour la partie supérieure, à l'éocène supérieur des Alpes. Cette partie supérieure, c'est-à- dire le *Flysch*, ne pourrait être, à mon avis, représenté que par le calcaire à Polypiers de Crosara.

» Dans le bassin de Paris, l'éocène supérieur comprend tout le système de gypse, et peut-être aussi le calcaire de Saint-Ouen.

» 4° L'assise supérieure de l'éocène moyen est formée en Hongrie par les couches à *Nummulites striata*, comprenant les bancs à *Cerithium corvinum* et autres fossiles du tuf de Ronca. Les rapports entre la faune de ce tuf et celle de notre calcaire grossier supérieur ou *calcaire à Cérites* sont incontestables. Il en résulte que le calcaire à *Fimbria major* vient se placer au niveau des sables de Beauchamp.

» 5° L'horizon des grandes Nummulites de San-Giovanni Ilarione et de

Tableau comparatif des assises appartenant au terrain éocène et au miocène inférieur dans le Vicentin, en Hongrie, et dans le bassin de Paris.

TERRAINS.	ÉTAGES.	VICENTIN.	HONGRIE.	BASSIN DE PARIS.
MIOCÈNE	inférieur.	Calcaire de Castel-Gomberto à *Natica crassatina.*	Sables à *Pectunculus obovatus.*	Sables d'Étampes à *Natica crassatina* et *Pectunculus obovatus.*
		Marnes de Laverda. Tuf de Sangonini et de Salcedo.	Couches à *Cyrena convexa* et à *Cerithium margaritaceum.*	Calcaire de Brie et marnes à *Cyrena convexa.*
ÉOCÈNE	supérieur.	3. Calcaires à Polypiers de Crosara. 2. Marnes de Brendola et couches de Priabona à Orbitoïdes, etc. 1. Couches à *Cerithium Diaboli.*	2. Marnes de Bude. 1. Couches à *Orbitoïdes* et à *Nummulites Tchihatchefi.*	Gypse. Calcaires de Saint-Ouen?
	moyen.	6. Calcaire de Ronca à *Fimbria major.* 5. Tuf de Ronca à *Cerithium corvinum.*	Couches à *Nummulites striata* et à *Cerithium corvinum.*	Sables de Beauchamp. Calcaire grossier supérieur.
		4. Calcaires à grandes Nummulites de San-Giovanni Ilarione.	Calcaires à *Nummulites perforata, spira* et *complanata.*	Calcaire à *Turritella imbricataria, Fresus scalarinus, Cerithium lamellosum,* etc.
		3. Calcaire de Monte-Postale à *Cerithium gomphoceras.*	Couches à *Nummulites subplanulata.*	Couches à *Nummulites lævigata.*
		2. Couches à Alvéolines et à Poissons de Monte-Bolca.	Couches à *Cerithium Bakonicum.*	Manquent.
		1. Calcaire à *Rhynchonella polymorpha* de Monte-Spilecco.	Lignites à *Cyrena grandis.*	

Hongrie a son représentant évident dans les couches à *Turritella imbricataria* et *Cerithium lamellosum* du calcaire grossier inférieur.

» 6° Au-dessous de ces couches et du *Cerithium giganteum* vient, dans le bassin de Paris, la glauconie à *Nummulites lævigata* avec ses fossiles spéciaux : *Eupsammia trochiformis, Turbo squammulosus, Crassatella gibbosula*, etc. C'est à ce niveau que je place les couches de Monte-Postale, à *Cerithium gomphoceras*, qui contiennent déjà *Natica cœpacea* et d'autres fossiles du calcaire grossier.

» 7° Les couches de Monte-Postale, pétries d'Alvéolines, ne sont évidemment que la partie supérieure des calcaires de Bolca, dont la base est formée par les couches à *Rhynchonella polymorpha* de Monte-Spilecco. Je ne crois donc pas pouvoir placer tout cet ensemble ailleurs que dans l'éocène moyen, où il représenterait une première époque pendant laquelle le bassin de Paris aurait peut-être été émergé.

» Jusqu'ici on ne voit dans le Vicentin aucune couche dont la faune puisse être rapportée sûrement à l'éocène inférieur du bassin de Paris, de la Belgique et de l'Angleterre.

» Il en est de même en Hongrie, où les couches les plus anciennes renferment déjà des fossiles de niveaux plus élevés, tels que *Fusus roncanus* et *Natica incompleta*.

» En Hongrie comme dans le Vicentin, ces premières assises éocènes ont une faune toute particulière et fort curieuse, mais qui n'a nul rapport avec celles de l'éocène inférieur. Dans l'état actuel de nos connaissances, je crois donc plus rationnel de les laisser dans l'éocène moyen.

» Le tableau ci-contre résumera les résultats que je viens d'énumérer. »

M. P. **Thenard**, en présentant à l'Académie un échantillon de verre cristallisé obtenu par M. *Videau*, directeur des verreries de Blanzy, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un échantillon de verre cristallisé qui, je le crois, n'a pas son pareil dans les collections.

» Il a été obtenu par M. Videau, directeur des verreries de la Compagnie de Blanzy, dans un four Siemens, où il a réussi à construire, de concert avec défunt J. Chagot et M. Clémendeau, un creuset qui a duré huit mois et demi.

» D'ici à quelques mois, M. Videau espère obtenir mieux encore, quand il éteindra un four qui semble devoir fonctionner pendant neuf à dix mois. Cette fois, il en extraira ce qu'il appelle élégamment les eaux mères.

» Dès lors, des analyses copiées sur le modèle de M. Peligot pourront être reprises et donner les rapports exacts entre la matière cristalline et les matières fondues qui lui donnent naissance. »

M. **Daubrée**, à la suite de cette présentation, réclame pour la collection de l'École des Mines le bel échantillon de verre cristallisé obtenu par M. Videau. Plusieurs Membres de l'Académie prient également M. P. Thenard de faire ses efforts pour qu'il leur en soit envoyé d'autres pour les collections du Muséum, de la Sorbonne, de l'École Polytechnique et de l'École Centrale.

MÉMOIRES LUS.

OPTIQUE. — *Réfraction sphérique; exposition des lois et formules de Gauss en partant du principe de l'équivalence des forces physiques.* Mémoire de M. **Giraud-Teulon**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Physique.)

« 1. La loi moderne de l'équivalence des forces physiques, reconnue exacte en ce qui regarde la lumière dans ses expressions chimiques ou calorifiques aux deux extrémités du spectre solaire, l'est-elle encore pour sa partie moyenne ou visible, caractérisée *par la notion de couleur ou de lumière* et qui ne nous est révélée que par les réactions de notre rétine?

» Ce point de science a pu être contesté jusqu'à présent, mais la découverte récente du professeur Boll, de Rome, dissipe à cet égard toute incertitude.

» En faisant voir que la formation des images rétiniennes est une pure photographie, une réaction *photochimique* qui s'opère à la surface extérieure de la couche des bâtonnets de la rétine, ce savant a démontré *ipso facto* que la lumière proprement dite se transforme aussi en chaleur, et qu'elle n'est ainsi qu'une des manifestations de la force générale qui préside à tous les phénomènes de la Mécanique.

» Dès lors, toutes les lois de la réfraction doivent pouvoir être déduites de simples considérations mécaniques; et c'est à ce point de vue que nous allons essayer de faire dériver toutes les lois et formules de Gauss de la comparaison et de la mesure des effets mécaniques produits lors de la formation des foyers et des images.

» 2. *Point de départ expérimental.* — Dans tout système réfringent sphé-

rique, un objet lumineux, placé en avant de ce système, donne lieu à la formation, par réfraction, d'une image entièrement semblable à lui-même.

» On constate, de plus, qu'entre les limites imposées à la parfaite correction des images, celles-ci sont sans interférences.

» Il résulte de là que toutes les ondes lumineuses parties *en même temps* d'un même point de l'objet, et quelle que soit la génératrice du faisceau conique qu'elles suivent, arrivent, après la réfraction dernière, *toutes en même temps* au point correspondant de l'image, sommet du cône réfracté.

» 3. En partant de ce principe unique, l'*égalité de temps* employé par l'onde centrale et l'onde excentrique pour passer de l'objet à son image, on détermine très-facilement la distance de la surface à laquelle (dans un système simple) un faisceau de rayons parallèles, dans le premier milieu, va former foyer sur l'axe, après sa réfraction.

» Ces distances ou longueurs focales principales sont exprimées par les formules classiques, mais obtenues ici *directement*.

» 4. *Introduction, dans cette étude, de la notion ou idée de travail produit par une surface sphérique réfringente, lors de la formation d'une image ou d'un foyer.* — Quand un faisceau de rayons parallèles passe perpendiculairement à une surface plane de séparation, d'un milieu moins dense dans un milieu plus dense, il y continue son chemin dans la même direction, mais sa vitesse éprouve un *ralentissement*. Une partie de son action est donc convertie en chaleur, ou perdue pour l'objet en vue, la formation d'une image lumineuse.

» Dans le cas de la substitution d'une surface sphérique à ce plan perpendiculaire, l'image est formée à une distance plus ou moins courte, mais *finie*, de la surface de réfraction. Il y aura donc, dans ce cas, d'autant moins de force perdue que la distance de cette image sera plus courte, ou que le temps de propagation sur le rayon central sera moins prolongé.

» Nous pouvons donc établir qu'une surface sphérique réalise, dans ces circonstances, une économie sur la force perdue, d'autant plus grande que le foyer des *rayons parallèles* est formé moins loin d'elle-même : en d'autres termes, que *le travail réfringent* qui lui est dû *est inversement proportionnel à la longueur focale principale*.

» 5. *Travail réfringent produit dans le cas de foyers conjugués.* — LEMME : Si, par la pensée, on suppose dédoublée en deux autres surfaces, identiques à elle-même, une surface sphérique séparant deux milieux de pouvoirs réfringents inégaux, et qu'entre ces deux surfaces parallèles on suppose interposé un troisième milieu, tel qu'un rayon quelconque parti

d'un point lumineux situé sur l'axe, dans le premier milieu, y soit réfracté suivant une parallèle à l'axe, ce dernier rayon, réfracté par la seconde surface du milieu intermédiaire, dans le dernier milieu, ira couper l'axe à une distance de la seconde surface égale à celle de l'image conjuguée de l'objet avant le dédoublement de la surface.

» Dans ces circonstances, les longueurs focales conjuguées de la surface unique deviennent les longueurs focales principales, *antérieure* du premier système partiel résultant du dédoublement, et *postérieure* principale du second de ces systèmes.

» 6. Par suite, les inverses de ces longueurs représenteront les quantités de réfractions développées respectivement, pour chaque milieu extrême, dans le passage d'un foyer conjugué à son congénère.

» Si alors on les compare à celles qui sont relatives aux rayons parallèles dans le système simple [et qui servent de mesure en cet ordre de relations (§ 4)], on est conduit à la proposition suivante :

» *Si, dans un système simple, et pour un couple conjugué quelconque, on prend, pour chaque milieu, le rapport de la quantité de réfraction afférente à l'un des points conjugués à la quantité de réfraction relative au foyer principal correspondant, la somme de ces deux rapports est constante et égale à l'unité.*

» De cette proposition générale on déduit, par de très-simples calculs, toutes les relations qui rattachent, les uns aux autres, tous les éléments considérés dans un système réfringent simple.

» 7. *Système composé d'un nombre quelconque de surfaces sphériques.* — On sait par quelle ingénieuse et savante conception Gauss a su étendre, aux sytèmes composés d'un nombre quelconque de surfaces réfringentes, les propriétés et relations entre points conjugués, foyers principaux, d'un système simple.

La découverte des points principaux qui, dans ces systèmes, jouissent de toutes les propriétés affectées, dans un système simple, à la surface, et la découverte ultérieure des points nodaux, introduite comme complément de la théorie par Listing, sont présentes à l'esprit de tous les géomètres.

Qu'il nous suffise de dire que ces points remarquables (les points principaux), qui forment un des couples conjugués de tous les systèmes réfringents, répondent, comme positions, dans ces systèmes, à la surface dans le système simple, de telle sorte que la formule générale qui rattache, comme travail réfringent utile, tout couple conjugué à ces points et aux foyers principaux, est celle même des relations de ces mêmes points, avec la surface du système simple, et que l'on peut dire, par rapport à ces points remar-

quables, que si, en chacun d'eux, on place, par la pensée, deux surfaces identiques entre elles et disposées parallèlement l'une à l'autre, comme dans le cas du dédoublement du § 5, les rapports mutuels des quantités de réfractions afférentes aux foyers conjugués et principaux, considérées dans les milieux extrêmes, formeront une somme constante et égale à l'unité.

» Cette identité établit, comme conséquence, celle de toutes les relations et formules entre les systèmes simples et composés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur la formule* $2^{2^n}+1$. Note du P. **Pepin**.

(Commissaires : MM. Hermite, O. Bonnet.)

« Les *Comptes rendus* du 16 juillet dernier renferment une méthode ingénieuse pour reconnaître si le nombre

$$a_n = 2^{2^n}+1$$

est premier ou composé. Il est un cas cependant où l'emploi de cette méthode laisserait la question indécise; c'est celui où le nombre a_n, au lieu de diviser le dernier terme de la série formée par M. Lucas, divise un terme de rang $\alpha < 2^{n-1}$; tout ce que l'on peut conclure alors, c'est que les diviseurs premiers de a_n appartiennent à la forme linéaire $2^{\alpha+2}q+1$. Le nombre a_n est-il premier ou composé? On ne peut rien affirmer, si $\alpha+2$ ne surpasse pas 2^{n-2}.

» Néanmoins cette question peut être résolue sans incertitude par une méthode analogue à celle de M. Lucas et qui se déduit du théorème suivant :

» Théorème. — *La condition nécessaire et suffisante pour que le nombre* $a_n = 2^{2^n}+1$ *soit premier, quand* n *est* >1, *est que le nombre* $5^{\frac{1}{2}(a_n-1)}+1$ *soit divisible par* a_n.

» 1° Cette condition est nécessaire; car, n étant >1, le nombre a_n est congru à 2 suivant le module 5; a_n est donc non-résidu quadratique de 5; et réciproquement 5 est non-résidu de a_n, si ce dernier nombre est premier. Or tous les non-résidus quadratiques de a_n vérifient la congruence

(1) $$x^{\frac{1}{2}(a_n-1)} \equiv -1 \pmod{a_n};$$

si donc a_n est premier, il divise nécessairement le nombre

$$5^{\frac{1}{2}(a_n-1)}+1.$$

» 2° Cette condition est suffisante; car, lorsqu'elle est remplie, on en déduit que tout diviseur premier de a_n, autre que l'unité, est égal à a_n. Soit, en effet, P un diviseur premier de a_n; on aura, par hypothèse, les congruences

$$(2) \qquad 5^{\frac{1}{2}(a_n-1)}+1\equiv 0, \quad 5^{a_n-1}\equiv 1 \pmod{P};$$

et, par le théorème de Fermat,

$$(3) \qquad 5^{P-1}\equiv 1 \pmod{P}.$$

Le plus grand commun diviseur des deux nombres $P-1$, a_n-1 est une puissance de 2; désignons-le par 2^α. On conclut d'abord, des congruences (2) et (3), que l'on a aussi

$$(4) \qquad 5^{2^\alpha}\equiv 1 \pmod{P}.$$

Or 2^α ne peut être inférieur à a_n-1; car, dans cette hypothèse, 2^α serait diviseur de $\frac{1}{2}(a_n-1)$, et l'on déduirait de la formule (4)

$$5^{\frac{1}{2}(a_n-1)}\equiv 1 \pmod{P};$$

on aurait donc, en même temps, les deux congruences

$$5^{\frac{1}{2}(a_n-1)}+1\equiv 0, \quad \text{et} \quad 5^{\frac{1}{2}(a_n-1)}-1\equiv 0 \pmod{P},$$

ce qui est manifestement impossible. Le plus grand commun diviseur 2^α des deux nombres $P-1$ et a_n-1 est donc a_n-1, et, comme P est diviseur de a_n, il est nécessaire que $P=a_n$, c'est-à-dire que le nombre a_n n'ait pas d'autre diviseur premier que lui-même et l'unité. La congruence (2) suffit donc, lorsqu'elle est vérifiée, pour nous assurer que a_n est premier.

» Pour reconnaître si la congruence (2) est vérifiée, oui ou non, on formera la suite

$$(A) \qquad 5^2,\ 5^4,\ 5^8,\ \ldots,\ 5^{2^{2^n-1}},$$

composée de 2^n-1 termes, dont chacun est le carré du précédent; mais on aura soin de réduire chaque terme à son résidu minimum suivant le module a_n, de sorte que toutes les opérations nécessaires se réduiront à élever au carré des termes dont le nombre des chiffres ne surpasse jamais celui des chiffres de a_n. Soit, par exemple, $n=6$; la suite (A) se compose de soixante-

trois termes, le nombre a_6 est premier ou composé, suivant que le résidu positif minimum du soixante-troisième terme se réduit, oui ou non, au nombre $a_n - 1 = 2^{64}$.

» Comme 10 est non-résidu de a_n, aussi bien que 5, quand n est > 1, on peut remplacer la suite (A) par la suivante :

$$100, \ 10000, \ 100000000, \ldots, \ 10^{2^{n-1}};$$

les calculs alors ne commencent qu'au moment où l'on rencontre un terme supérieur à a_n. »

GÉOMÉTRIE. — *Observations relatives au Mémoire de M.* Haton de la Goupillière, *ayant pour titre : « Des développoïdes directes et inverses de divers ordres »* ; par M. l'abbé **Aoust.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chasles, Bonnet, Puiseux.)

« M. Haton de la Goupillière a présenté, en 1875, à l'Académie des Sciences, le Mémoire dont je viens de donner le titre. Ce beau travail, dont elle a voté l'insertion au *Recueil des Mémoires des savants étrangers*, vient d'être publié dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*. C'est dans la première partie que l'auteur s'occupe de la détermination de la développoïde, soit directe, soit inverse, d'un ordre quelconque.

» Cette double question a été antérieurement résolue par moi dans mon *Analyse infinitésimale des courbes planes* (Paris, 1873).

» Après avoir établi les formules fondamentales de la première question, pages 77 et suivantes, je détermine complétement la développée oblique (développoïde directe) de l'ordre n par une construction géométrique, qui donne à la fois le point, la normale, le centre de courbure et la rectification de la courbe, page 82.

» De plus, le théorème sur l'interversion des développoïdes, signalé dans le Rapport sur le Mémoire de M. Haton, est précisément le même que celui que j'énonce à la page 81, et que je démontre géométriquement à la page suivante : *Si l'on prend n développées obliques successives d'une courbe, sous les angles $a, a_1, a_2, \ldots, a_{n-1}$, la développée oblique de l'ordre n sera la même dans quelque ordre que l'on fasse intervenir les angles $a, a_1, a_2, \ldots, a_{n-1}$.*

» Je traite également la seconde question, c'est-à-dire la détermination de la développoïde inverse de l'ordre n, pages 119 et suivantes. La solution que

je donne ne dépend nullement de l'intégration d'une équation différentielle de l'ordre n; je la fais dépendre seulement de l'intégration d'une équation différentielle du premier ordre, linéaire, à coefficients constants. Cela résulte de ce théorème général, établi à la page 125 : *Le rayon tangentiel de la développante oblique* (*développoïde inverse*) *de l'ordre n sous les angles* $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ *est une fonction linéaire et homogène des rayons tangentiels des développantes obliques du premier ordre, sous les angles* $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$.

» Ce théorème me fournit l'équation (6) de la page 130, qui, par suite de l'équation (3), page 119, est l'équation de la développante oblique de l'ordre n, entre ses coordonnées naturelles, et l'équation (7) de la page 131, qui sont les équations cartésiennes de cette même développante. Cette solution générale donne immédiatement les cas particuliers considérés par M. Haton.

» Il est loin de ma pensée de vouloir, par cette réclamation de priorité, atténuer le mérite des belles recherches de M. Haton, sur cette question et sur les questions nouvelles qu'il a traitées.

» Une rectification qu'il est aussi de mon devoir de demander est relative à la formule (1) du Mémoire de M. Haton, laquelle est attribuée par lui à M. Habich. Cette formule se trouve dans mon *Analyse des courbes tracées sur une surface quelconque*, à la page 277, sous la forme

$$\frac{\mathrm{H} - \mathrm{A}}{\mathrm{BH}'} = \frac{\mathrm{P}}{\mathrm{B}} \cos\beta + \mathrm{P}' \sin\beta.$$

Cette formule se rapporte, il est vrai, à la développée oblique par rayons géodésiques, tracée sur une surface quelconque; mais j'ai eu soin de dire, à la page 268 du même Ouvrage, quelles restrictions il fallait poser dans mes formules, lorsque la surface était un plan : « Lorsque la surface est » un plan, il faut poser

$$\mathrm{A} = 0, \quad \mathrm{B} = -1, \quad \mathrm{H} = t, \quad \mathrm{H}' = 1;$$

» lorsque la surface est une sphère, etc. ». Or, le livre dont il s'agit a été présenté à l'Association scientifique de France, en 1866. (*Bulletin de l'Association scientifique*, t. V, p. 216.) »

M. A. Basin adresse une Note relative aux moyens à employer pour éviter les explosions du grisou.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. **Gérard** adresse, de Liége, une Note relative à la théorie du radiomètre et à divers appareils dont il est l'inventeur.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. F. **Granet** adresse une Note relative à l'influence que peut exercer la marguerite des prés, pour éloigner le Phylloxera des ceps de vigne au voisinage desquels elle se trouve.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Ch. **Tailleuret** et M. **Boone** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

Le **Comité d'études et de surveillance** institué dans le Loiret contre le Phylloxera adresse quelques indications sur les expériences qu'il a déjà entreprises, au moyen des divers insecticides qui ont été mis à sa disposition.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. **Dumas** présente à l'Académie, au nom de l'Association française pour l'avancement des Sciences, le compte rendu de la cinquième session, tenue à Clermont-Ferrand.

Ce volume contient, en particulier, la conférence faite par M. Wurtz sur les matières colorantes tirées de la houille; celle de M. Périer, sur l'observatoire du Puy-de-Dôme; les récits des excursions faites par l'Association à Issoire, à Thiers, à Riom, à Volvic, à Vichy, au Puy-de-Dôme, au mont Dore, au Puy en Velay et dans le Cantal; enfin, les résumés des divers travaux qui ont été présentés dans chacune des Sections de Sciences mathématiques, physiques, naturelles et économiques.

M. **Duval-Jouve** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant laissée vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *Weddell*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage de M. *C. Husson*, portant pour titre : « Du vin, ses propriétés, sa composition, sa préparation, ses maladies et les moyens de les guérir, ses falsifications et les procédés usités pour les reconnaître ».

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (170), (171) *et* (172) *à l'Observatoire de Marseille; découverte de la planète* (173), *par* M. Borrelly. Lettre de M. Stephan à M. le Secrétaire perpétuel.

« Marseille, 4 août 1877.

» J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie qu'une nouvelle planète, la 173ᵉ du groupe compris entre Mars et Jupiter, vient d'être découverte à l'Observatoire de Marseille, par M. Borrelly. Cette planète a été rencontrée le 1ᵉʳ août, à 10 heures du soir; mais, par suite de la violence du mistral, il a fallu interrompre l'observation, de telle sorte que la première observation précise a été faite le lendemain seulement.

» Je donnerai d'abord nos observations des trois planètes précédentes, qui n'ont pas encore été publiées.

» La planète (173) est de 10ᵉ grandeur.

Observations de planètes faites à l'Observatoire de Marseille.

1877.	Heure de l'obs. (T. M. Marseille).	Asc. droite apparente.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	★	Obs.
			(170) Perrotin (Toulouse).				
	h m s	h m s	° ′ ″				
Janv. 20.	9.58. 0	8.31.44,78	72.15.12,1	$-\bar{1},450$	$-0,6282$	*a*	Borrelly.
21.	7.35.53	8.30.41,87	72.17.53,2	$-\bar{1},597$	$-0,7177$	*a*	Borrelly.
Fév. 2.	8.25.24	8.16.52,86	72.53.41,2	$-\bar{1},466$	$-0,6508$	*b*	Cottenot.
3.	9.46.24	8.15.43,74	72.57.24,0	$-\bar{1},216$	$-0,6975$	*c*	Cottenot.
5.	10.15.17	8.13.34,98	73. 2.41,6	$-\bar{2},984$	$-0,5970$	*b*	Cottenot.
			(171) Ophélia, Borrelly (Marseille).				
Janv. 16.	8.23.21	9. 3.56,10	71.25.56,5	$-\bar{1},597$	$-0,7175$	*d*	Borrelly.
18.	7.56.34	9. 2.27,34	71.17.27,5	$-\bar{1},653$	$-0,7286$	*d*	Borrelly.
19.	8.25. 9	9. 1.40,69	71.13. 8,3	$-\bar{1},634$	$-0,7037$	*d*	Borrelly.
20.	7.58.21	9. 0.55,08	71. 8.52,0	$-\bar{1},648$	$-0,7194$	*e*	Borrelly.
21.	8.17.45	9. 0. 7,00	71. 4.31,1	$-\bar{1},634$	$-0,7012$	*f*	Borrelly.
22.	9.11.50	8.59.17,23	70.59.55,6	$-\bar{1},525$	$-0,6571$	*f*	Borrelly.

1877.		Heure de l'obs. (T. M. Marseille.)	Asc. droite apparente.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	★	Obs.
		h m s	h m s	° ′ ″				
Janv.	23.	8.11. 0	8.58.31,02	70.55.44,4	− $\bar{1}$,632	− 0,6981	*f*	Borrelly.
	24.	7.49.28	8.57.42,90	70.51.29,4	− $\bar{1}$,644	− 0,7110	*f*	Borrelly.
Fév.	3.	12.19. 0	8.49.32,37	70.19. 6,5	+ $\bar{2}$,673	− 0,5522	*g*	Cottenot.
	5.	11. 8.32	8.47.54,70	70. 6. 4,2	− $\bar{2}$,790	− 0,5535	*h*	Cottenot.
	7.	9.52.35	8.46.19,48	69.58.36,1	− $\bar{1}$,242	− 0,5701	*h*	Cottenot.
Mars.	8.	8.35. 2	8.29.23,61	68.41.28,6	− $\bar{2}$,987	− 0,5272	*i*	Borrelly.
	9.	8. 4.44	8.29. 9,91	68.40.37,1	− $\bar{1}$,170	− 0,5365	*i*	Borrelly.
	10.	8.25. 9	8.28.57,35	68.39.45,2	− $\bar{2}$,999	− 0,6272	*i*	Borrelly.

(172) Baucis. (Borrelly-Marseille).

Fév.	7.	11.36.33	10.33.44,96	80.27.19,5	− $\bar{1}$,276	− 0,7032	*j*	Cottenot.
	8.	9.43.52	10.32.51,72	80.25.27,6	− $\bar{1}$,536	− 0,7298	*j*	Cottenot.
	9.	13.15. 4	10.31.43,89	80.22.50,2	+ $\bar{3}$,888	− 0,6929	*j*	Cottenot.
	17.	10.36.20	10.23.32,33	80. 4.30,7	− $\bar{1}$,336	− 0,7028	*k*	Cottenot.
	20.	10.33.45	10.20.18,90	79.58.46,0	− $\bar{1}$,275	− 0,6984	*k*	Cottenot.
	21.	9.47.23	10.19.16,39	79.56.21,6	− $\bar{1}$,406	− 0,7072	*k*	Cottenot.
	22.	10.32.52	10.18. 9,45	79.53.54,0	− $\bar{1}$,231	− 0,6955	*k*	Cottenot.
	23.	10.21.49	10.17. 5,28	79.51.51,4	− $\bar{1}$,256	− 0,6855	*k*	Cottenot.
Mars	1.	8.42. 1	10.10.47,10	79.38.44,2	− $\bar{1}$,460	− $\bar{1}$,7160	*l*	Cottenot.
	6.	7.52.59	10. 5.45,05	79.29. 7,2	− $\bar{1}$,520	− 0,6182	*m*	Borrelly.
	8.	9.13.24	10. 3 45,73	79.25.35,3	− $\bar{1}$,287	− 0,6926	*m*	Borrelly.
	9.	8.34.38	10. 2.50,95	79.24. 1,9	− $\bar{1}$,383	− 0,6999	*m*	Borrelly.
	10.	9.34.53	10. 1.52,98	79.22.23,2	− $\bar{1}$,136	− 0,6862	*m*	Borrelly.

(173) (Borrelly-Marseille).

Août	2.	12.44.54	22.40.25,45	97.35.27,6	− $\bar{1}$,112	− 0,8372	*n*	Borrelly.
	3.	12.47.33	22.40. 5,48	97.45.29,5	− $\bar{1}$,036	− 0,8390	*n*	Coggia.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1877,0

★	Nom des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire.
		h m s	° ′ ″
a	779-780 W(N.C.)H. VIII...	8.32.32,95	72. 5.23,8
b	334 W(N.C.)H. VIII.......	8.16. 7,02	72.47.16,3
c	337 W(N.C.)H. VIII.......	8.16.13,41	72.42.48,2
d	3129 BAC.............	9. 5. 2,24	71.27. 8,6

★	Nom des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire.
		h m s	° ′ ″
e	1451-52 W (N.C.) H. VIII. ..	9. 0. 6,51	71.14.18,0
f	1365-66 W (N.C.) H. VIII. ..	8.56.54,96	70.49.35,0
g	1237 W (N.C.) H. VIII	8.51.15,46	70.25.38,0
h	1122 W (N.C.) H. VIII	8.46.39,66	70.18.36,7
i	757 W (N.C.) H. VIII	8.32. 0,69	68.46.17,4
j	570 W (A.C.) H. X.........	10.33.15,76	80.31. 2,2
k	438 W (A.C.) H. X.........	10.26.20,03	80. 2.38,0
l	20021 Lalande............	10.12.56,56	79.27.45,5
m	3457 BAC................	10. 1.22,77	79.23.57,5
n	7921 BAC.....	22.36.48,73	97.36.19,7

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (148) *Gallia;* par M. J. Bossert. Note communiquée par M. Le Verrier.

« La planète (148) Gallia a été découverte par MM. Henry, à l'Observatoire de Paris, dans la nuit du 7 août 1875. Beaucoup d'observations de cette planète ont été faites dans la première opposition, mais le mauvais état du ciel a beaucoup contrarié les observations de la seconde opposition. En comparant les observations de cette planète aux éphémérides que j'ai publiées annuellement, nous avons formé les positions normales suivantes (ascension droite et déclinaison), qui sont toutes ramenées à une même origine, l'équinoxe et l'équateur moyens de 1880,0 :

			$\mathcal{A}_0$	$\mathcal{D}_0$	Nombre d'observations.
			° ′ ″	° ′ ″	
1875.	Août	13,0...	339. 6.36,83	−12.34.15,6	8
	Sept.	1,0...	335.51.22,24	−17.45.41,0	10
	Sept.	16,0...	333.18.31,87	−21.25.37,0	8
	Oct.	4,0...	331.33.23,82	−24.30.47,4	4
1875.	Déc.	21,0...	347.17.10,24	−22.31.39,5	2
1876.	Déc.	25,0...	129. 8.30,12	− 0. 9.18,4	2
1877.	Janv.	3,0...	127.42.46,46	+ 0.52.44,6	2
	Janv.	18,0...	124.36.17,17	+ 3.20.52,4	3
	Févr.	1,0 ..	121.32. 2,41	+ 6.14.20,0	2

» Après avoir dégagé des observations les perturbations produites par Jupiter et Saturne, nous avons, au moyen de la méthode de la variation des distances, déduit le système d'éléments suivants :

Éléments osculateurs de la planète (148) Gallia pour le 12,0 septembre 1875, midi moyen de Paris.

Anomalie moyenne............	M =	318°.43′.54″,4	
Longitude du périhélie........	π =	36. 6.41,1	Équinoxe et écliptique moyens de 1880,0.
Longitude du nœud ascendant...	☊ =	145.13. 2,3	
Inclinaison..................	i =	25.21. 8,0	
Angle (sinus = excentricité)....	φ =	10.41.15,6	
Moyen mouvement diurne.....	μ =	769,23474	
	$\log a$ =	0,4426318	

» En comparant les positions déduites de ces éléments avec les positions normales adoptées, on obtient les résultats ci-dessous :

	Dates.	α_c	$\alpha_o - \alpha_c$	δ_c	$\delta_o - \delta_c$
1875.	Août 13,0...	339°. 6′.36″,82	+0″,01	−12°.34′.14″,8	− 0″,8
	Sept. 1,0...	335.51.24,34	−2,10	−17.45.45,3	+ 4,3
	Sept. 16,0...	333.18.35,27	−3,40	−21.25.38,7	+ 1,7
	Oct. 4,0...	331.33.22,62	+1,20	−24.30.45,2	− 2,2
1875.	Déc. 21,0...	347.17.10,74	−0,50	−22.31.42,8	+ 3,3
1876.	Déc. 25,0...	129. 8.33,26	−3,14	− 0. 9. 7,6	−10,8
1877.	Janv. 3,0...	127.42.45,72	+0,74	+ 0.52.42,2	+ 2,4
	Janv. 18,0...	124.36.17,88	−0,71	+ 3.20.52,9	− 0,5
	Févr. 1,0...	121.31.59,28	+3,13	+ 6.14.20,7	− 0,7

» Une discussion approfondie des observations sera faite quand toutes les étoiles de comparaison auront pu être observées au méridien de l'Observatoire.

» A l'aide des éléments ci-dessus et des perturbations produites par Jupiter et Saturne, nous avons calculé l'éphéméride suivante pour la prochaine opposition de la planète :

12h. T. m. de Paris. 1878.	α	Différence.	δ	Différence.	log Δ.	Temps d'aberration.
Avril 2...	14h. 0m. 2s,56	−41s,93	+19°. 7′.49″,4	+9′.10″,0	0,371810	19m.32s
3...	13.59.20,63	−42,55	+19.16.59,4	+8.59,2		
4...	58.38,08	−43,12	+19.25.58,6	+8.48,3		
5...	57.54,96	−43,63	+19.34.46,9	+8.37,2		
6...	57.11,33	−44,11	+19.43.24,1	+8.25,9	0,371467	19.31
7...	56.27,22	−44,55	+19.51.50,0	+8.13,4		
8...	55.42,67	−44,95	+20. 0. 3,4	+8. 0,8		
9...	54.57,72	−45,30	+20. 8. 4,2	+7.48,2		

12h. T. m. de Paris. 1878.	Ⓡ	Différence.	Ⓓ	Différence.	log Δ.	Temps d'aberration.
	h m s	s	° ′ ″	′ ″		m s
Avril 10...	54.12,42	−45,61	+20.15.52,4	+7.35,2	0,371901	19.32
11...	53.26,81	−45,86	+20.23.27,6	+7.21,8		
12...	52.40,95	−46,08	+20.30.49,4	+7. 8,0		
13...	51.54,87	−46,24	+20.37.57,4	+6.54,4		
14...	51. 8,63	−46,36	+20.44.51,8	+6.40,5	0,373109	19.35
15...	50.22,27	−46,44	+20.51.32,3	+6.26,0		
16...	49.35,83	−46,48	+20.57.58,3	+6.11,6		
17...	48.49,35	−46,47	+21. 4. 9,9	+5.56,9		
18...	48. 2,88	−46,43	+21.10. 6,8	+5.42,4	0,375065	19.41
19...	47.16,45	−46,33	+21.15.49,2	+5.27,1		
20...	46.30,12	−46,17	+21.21.16,3	+5.11,8		
21...	45.43,95	−46,01	+21.26.28,1	+4.56,8		
22...	44.57,94	−45,78	+21.31.24,9	+4.41,6	0,377740	19.48
23...	44.12,16	−45,50	+21.36. 6,5	+4.25,8		
24...	43.26,66	−45,18	+21.40.32,3	+4.10,1		
25...	42.41,48	−44,83	+21.44.42,4	+3.54,5		
26...	41.56,65	−44,43	+21 48 36,9	+3.39,0	0,381099	19.57
27...	41.12,22	−43,99	+21.52.15,9	+3.23,0		
28...	40.28,23	−43,48	+21.55.38,9	+3. 7,0		
29...	39.44,75	−42,97	+21.58.45,9	+2.51,5		
30...	39. 1,78	−42,43	+22. 1.37,4	+2.35,8	0,385099	20. 8
Mai 1...	38.19,35	−41,79	+22. 4.13,2	+2.19,8		
2...	37.37,56	−41,13	+22. 6.33,0	+2. 3,9		
3...	36.56,43	−40,47	+22. 8.36,9	+1.48,5		
4...	36.15,96		+22.10.25,4		0,389690	20.21

» Au moment de l'opposition, vers le 18 avril, la grandeur stellaire de la planète sera 11,5. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réponse à quelques-unes des objections formulées par M.* Cosson, *contre le projet de création d'une mer saharienne;* par M. **Roudaire.**

« M. de Lesseps déclare, en présentant cette Note, que, dans la dernière séance de l'Académie, il n'a pas voulu répondre aux observations de M. Cosson au sujet du projet de remplissage des chotts tunisiens et algériens, parce qu'il lui semblait que les objections présentées contre le projet avaient été suffisamment réfutées; mais, ajoute-t-il, je ne puis me dispenser de communiquer une Note de M. Roudaire, qui demande la parole pour un fait personnel. Il s'agit de certaines indications qu'il avait données sur d'anciens lits de rivières et dont on avait contesté l'exactitude. Cet officier

distingué, dont les études ont été faites si consciencieusement, établit, dans la Note suivante, les preuves qui viennent à l'appui de son opinion. »

NOTE DE M. ROUDAIRE.

« MM. Yvon Villarceau et Favé, dit M. Roudaire, ont résumé les travaux de la Commission dans des Rapports dont l'Académie a adopté les conclusions.

» La Commission, il est vrai, a exprimé le désir de voir compléter les travaux de nivellement par des sondages. J'ai accueilli ce conseil avec la plus grande déférence, et j'ai pris immédiatement la résolution de m'y conformer et de retourner l'hiver prochain dans la région des chotts.

» Ces sondages sont uniquement destinés à faire connaître exactement les difficultés d'exécution. Mais ce n'est pas de ces difficultés que M. Cosson se préoccupe, puisque, selon lui, si la mer intérieure existait, il faudrait la combler; c'est donc contre les avantages du projet, c'est-à-dire contre l'opinion exprimée par la majorité de la Commission qu'il s'élève, et c'est cette opinion que je me contenterai à mon tour de lui opposer.

» Je ne puis cependant, sans y répondre, laisser avancer que j'ai commis une erreur en disant que l'oued Souf et l'oued Igharghar étaient autrefois de grands fleuves.

» L'oued Souf est presque complétement envahi, il est vrai, par les sables; mais on trouve encore des traces de son lit à Amiech, qui n'est qu'un faubourg de l'Oued, et jusque vers Rhadamès, dans la vallée de Bir Ghardeïa. De nombreuses traditions arabes viennent d'ailleurs à l'appui des faits observés. Dans son Ouvrage *le Sahara de la province de Constantine* (1), M. W. Ragot assimile l'oued Souf au quatrième embranchement du Gir de Ptolémée; M. Largeau, de son côté (2), l'identifie avec le fleuve de Triton des anciens; mais ce qui ne fait de doute pour aucun explorateur, c'est que la vallée du Souf était occupée par un grand cours d'eau.

Dans son Ouvrage *les Touaregs du nord*, M. H. Duveyrier commence ainsi le chapitre intitulé *Hydrographie* :

« Du Ahaggâr et du Tasili descendent trois longues vallées : l'une au nord, l'ouâdi *Igharghar*, l'autre au sud, l'ouâdi Tafassâset, la troisième à l'ouest, l'ouâdi Tirhéret. Elles méritent une attention particulière comme principales gouttières d'écoulement des eaux de cette partie du Sahara. *Les lits de ces ouâdi, aujourd'hui à sec, ont dû être autrefois des rivières importantes.* »

» Le cheikh othman des Touaregs, qui vint à Alger au commencement

(1) P. 54 et suiv.

(2) *Le Sahara*, 2e voyage d'exploration, p. 235 et 474.

de 1864, affirmait [1] que le lit de l'Igharghar était encore parfaitement dessiné et que l'on pouvait en suivre le cours depuis son origine (le massif de l'Aaghar) jusqu'à l'oued Rhir. Dans le voyage qu'il a fait à Rhadamès, M. Largeau put se convaincre de l'exactitude de ces renseignements. Il a donné, dans les chapitres I, II et III de la deuxième Partie de la relation de son voyage, des descriptions précises du lit de ce fleuve, que les Arabes lui désignaient sous le nom de *fleuve mort*.

» Je pourrais multiplier les citations; mais celles-ci suffisent à démontrer que je ne me suis pas avancé à la légère. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Influence comparée des bois feuillus et des bois résineux, sur la pluie et sur l'état hygrométrique de l'air.* Note de M. **Fautrat**.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats des observations météorologiques faites depuis 1874 dans les forêts d'Halatte et d'Ermenonville, pour arriver à déterminer l'influence des forêts sur la répartition des pluies et sur l'état hygrométrique de l'air. Le résumé ci-joint fait voir dans quelle mesure les bois résineux et les bois feuillus agissent sur les vapeurs, en les retenant dans leur milieu, en les condensant sous forme de pluie, en arrêtant sur leur cime une partie de l'eau précipitée.

I. — *Humidité relative.*

	Degré moyen de saturation de l'air en centièmes					
	au-dessus du massif de bois feuillus (altitude, 122m).	à 300 mètres en dehors (alt., 122m).	au-dessus du massif de pins (alt., 104m).	à 300 mètres en dehors (alt., 104m).	sous le massif de pins (alt., 92m).	à 300 mètres en dehors (alt., 92m).
Août 1876	56	54	49	44	»	»
Septembre	77	75	68	61	»	»
Octobre	80	77	78	72	»	»
Novembre	82	79	82	76	»	»
Décembre	83	81	79	75	»	»
Février 1877	87	84	80	71	88	71
Mars	71	68	74	63	79	63
Avril	64	61	61	53	65	53
Mai	64	61	57	52	62	52
Juin	59	55	53	48	57	48
Juillet	65	60	58	49	66	49
Total	788	755	739	664	417	336
Moyenne	71,6	68,6	67,1	60,4	69,5	56
	Différence en faveur des feuilles, 0,03.		Differ. en faveur des pins, 0,07.		Differ. en faveur du massif, 0,13.	

[1] W. Ragot, *Le Sahara de la province de Constantine*, p. 18.

» Il paraît résulter de ces observations que les massifs de pins ont, sur l'état hygrométrique de l'air, une plus grande influence que les autres essences. De sorte que, si les vapeurs dissoutes dans l'air étaient apparentes comme les brouillards, on verrait les forêts entourées d'un vaste écran humide, et, chez les résineux, l'enveloppe serait plus tranchée que chez les bois feuillus.

II. — *Pluie.*

	Quantité de pluie tombée					
	au-dessus du massif de bois feuillus (altitude, 122m).	à 300 mètres en dehors (alt., 122m).	au-dessus du massif (alt., 108m)	au-dessus du massif de pins sylvestres (alt., 104m).	à 300 mètres en dehors (alt., 104m).	au-dessous du massif de pins (alt., 92m).
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Août 1876....	61,00	59,50	32	68,00	63,75	28
Septembre....	88,25	82,25	48	73,75	67,75	34
Octobre......	68,25	66,75	54	61,00	58,75	37
Novembre....	66,75	65,00	51	56,75	54,25	29
Décembre...	77,00	77,00	61	64,25	58,75	29
Janvier 1877..	66,50	66,00	52	67,00	60,75	27
Février......	89,75	87,75	78	91,75	85,00	42
Mars........	110,75	106,75	97	86,25	75,75	38
Avril.......	64,00	60,25	39	64,00	58,50	31
Mai........	94,50	92,00	53	89,00	85,00	45
Juin.......	45,25	41,75	24	49,75	47,75	30
Juillet........	100,00	96,00	60	76,75	71,50	27
Total.....	932,00	901,00	649	848,25	792,20	397
	Différence en faveur de la forêt, 0mm,031.			Différence en faveur des pins, 0mm,056.		

» Ce résumé est la confirmation des faits que nous avons observés jusqu'à ce jour. Du 1er août 1876 au 1er août 1877, il est tombé *au-dessus des pins* 848 millimètres d'eau, soit 56 millimètres de plus que dans la plaine; *au-dessus des bois feuillus*, 932 millimètres d'eau, soit 31 millimètres de plus qu'en terrain découvert. On peut donc dire que, lorsqu'il pleut, la forêt reçoit plus d'eau que les terres voisines, et que, au-dessus des forêts de pins, ce fait météorologique est plus nettement accusé.

» Ce tableau fait voir, en outre, que les pins retiennent sur leur cime plus de la moitié de l'eau qui leur est versée, tandis que les feuillus laissent arriver au sol les 58 centièmes de l'eau précipitée. Dès lors, pour apporter un obstacle à la chute sur le sol des pluies torrentielles, ne faut-il pas, dans les reboisements entrepris pour combattre le fléau des inondations,

choisir de préférence les essences résineuses, dont le couvert est plus apte à opposer à l'eau une digue salutaire?

» Ne paraît-il pas aussi évident que, pour arriver à transformer le climat de l'Algérie, il serait de grande utilité de créer des massifs de pins, pour donner à ces régions la fraîcheur et l'humidité qui leur font défaut? »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les catéchines.* Note de M. **Arm. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« On sait que les produits qui portent le nom de *cachous* sont des extraits desséchés du bois de l'*Acacia catechu* et de beaucoup d'espèces de Légumineuses pourvues d'une écorce astringente et rougeâtre. A côté de ces *sortes* principales, la décoction des semences de l'*Areca catechu* fournit un autre cachou très-estimé et rare aujourd'hui, et les feuilles de l'*Uncaria gambir* et de quelques autres Rubiacées donnent cet extrait sec que l'on désigne sous le nom de *gambir*, longtemps confondu avec le cachou dont il a les propriétés thérapeutiques, tinctoriales et tannantes. De ces divers extraits on peut retirer une matière blanche, cristalline, neutre, très-oxydable en présence de l'oxygène et des alcalis, donnant de la phloroglucine et de l'acide protocatéchique lorsqu'on la fond avec de la potasse, matière à laquelle on est convenu de donner le nom de *catéchine*. Quoiqu'elle ait donné déjà lieu à un grand nombre de travaux, on est loin d'être fixé sur ses propriétés, sur sa constitution et même sur sa composition. Les formules suivantes et bien d'autres lui ont été successivement attribuées par les auteurs : $C^{20}H^{18}O^{8}$ (Zwenger); $C^{17}H^{18}O^{7}$ (Neubauer); $C^{12}H^{12}O^{5}$ (Kraut et Van Delben); $C^{14}H^{14}O^{7}$ (Loewe); $C^{22}H^{22}O^{9}$ (Schutzenberger et Rack); $C^{19}H^{18}O^{8}$ (Hlassiwetz).

» Il résulte de mes recherches que l'on a jusqu'ici confondu sous le nom de *catéchine* plusieurs substances qui ont entre elles des analogies et des différences de même ordre que les tannins qui les accompagnent et dont la composition varie suivant l'espèce de cachou d'où elles proviennent.

» *Catéchine du cachou jaune du Bengale* (extrait de l'*Acacia catechu* ou d'une espèce voisine). — M. Latour a eu l'obligeance de me faire préparer ce produit dans un état de pureté extrême. Il le prépare comme il suit. Le cachou pulvérisé est mis en digestion dans l'eau froide. La partie insoluble est lavée et reprise par l'eau distillée bouillante, la catéchine cristallise par refroidissement; on la redissout dans l'eau bouillante et l'on ajoute de l'acétate de plomb neutre jusqu'à ce que le précipité soit jaune-serin. Les eaux mères chaudes, séparées par le filtre, sont traitées par le sous-

acétate plombique très-légèrement ammoniacal. Le précipité est lavé et décomposé par H^2S à froid, puis à chaud; on filtre bouillant, on évapore dans l'acide carbonique, la catéchine presque pure cristallise. On la redissout dans l'alcool à 90 degrés bouillant, on ajoute avec précaution quelques gouttes de sous-acétate plombique, on filtre, on évapore l'alcool en partie, on ajoute de l'eau distillée, on laisse cristalliser, on isole le produit sur un filtre exempt de chaux et on le sèche dans le vide.

» Ce produit est pur et blanc, il ne rougit pas à l'air, ne devient pas fluorescent quand, dissous dans l'alcool, on l'additionne de bicarbonate de potasse en poudre; caractères de sa purification complète.

» Cette catéchine, séchée dans le vide, perd 11,94 pour 100 d'eau à 120 degrés, puis ne varie plus de poids sensiblement. Après dessiccation à 120 degrés, elle m'a donné à l'analyse les nombres snivants :

	Expérience		Théorie pour $C^{21}H^{18}O^8$.
C…………………	63,03	63,15	63,31
H…………………	4,62	4,54	4,52
O…………………	32,35	32,31	32,17

» La formule $C^{21}H^{18}O^8, 3H^2O$, après dessiccation dans le vide, exigerait une perte d'eau, à 120 degrés, de 11,95 pour 100. J'ai trouvé 11,94.

» Elle fond à l'état visqueux à 188-191 degrés (1).

» *Catéchine d'un cachou brun de l'Inde* (*cachou de Pegu* d'un *Acacia catechu* ou voisin). — Cachou pulvérisé, mêlé de sable, épuisé par l'éther, résidu lavé, séché, repris par l'eau distillée bouillante. Première cristallisation après vingt-quatre heures. Redissolution des cristaux dans l'eau chaude. Deuxième cristallisation. Dessiccation sur l'acide sulfuqique (Latour).

» Cette catéchine, blanche et inaltérable à l'air, perd dans le vide 14,82 pour 100 d'eau, puis de 110 à 120, encore 0,69 pour 100, soit en tout 15,51. Après dessiccation à 110-120, elle a donné à l'analyse les résultats suivants :

C…………………	62,97	63,17
H…………………	4,51	4,60

» Elle a donc la composition $C^{21}H^{18}O^8$ de la précédente, quoique obtenue par une autre voie, mais ne saurait être confondue avec elle. Elle présente, en effet, des traces de ramollissement à 135 degrés et fond à 140 et non à 190 comme celle qui précède. Cette dernière ne perd pas dans le vide son eau de cristallisation : celle-ci la perd à peu près entièrement; celle qui fond à 190 ne contient que $3H^2O$, la catéchine fusible à 138-140 contient $4H^2O$. Théorie pour $C^{21}H^{18}O^8, 4H^2O$: eau = 15,3; trouvé, eau = 15,51.

(1) Tous les points de fusion ont été pris sur les matières séchées à 120 degrés.

» *Catéchine du bois d'acajou.* — Elle a été déjà étudiée par MM. Latour et Cazeneuve ([1]), qui l'y ont découverte. Celle que j'ai examinée provenait de sciure de bois d'acajou authentique, épuisée par l'éther. La catéchine a été purifiée comme la précédente; elle était à peine colorée en rose et bien cristallisée; elle devenait pâteuse à 162 degrés et fondait à 166.

» Elle a donné à l'analyse les nombres suivants :

	Séchée à 100°.	Séchée à 135°.	$C^{21}H^{18}O^{8}$.	$C^{42}H^{34}O^{16}$.
C....	63,29	63,10	63,32	63,48
H..........	4,31	4,39	4,52	4,28
O..........	32,40	32,51	32,16	32,04

» La formule $C^{42}H^{34}O^{16}$ interprète exactement les analyses, la quantité d'hydrogène trouvée étant trop faible pour la première ([2]). Cette catéchine semble résulter de la duplication des précédentes avec perte de H^2.

» Séchée dans le vide, elle perd entièrement son eau d'hydratation, soit 20,2 pour 100. A 130 degrés, elle a perdu la même quantité, soit 19,95. La théorie pour $C^{42}H^{34}O^{10}, 11H^2O$ veut 19,9.

» Les trois catéchines que j'ai eu l'occasion d'étudier diffèrent donc par leur composition, par leur eau d'hydratation, leur point de fusion, etc. Elles sont très-voisines, mais ne sauraient être confondues; elles ne sauraient l'être aussi avec d'autres catéchines sur l'origine desquelles les auteurs ne donnent pas de renseignements suffisants. MM. Schützenberger et Rack ont extrait du cachou jaune en pains cubiques, de Bombay (signalement assez précis du gambir), une catéchine blanche bien cristallisée, fusible à 217 degrés, ayant la composition C = 61,49, H = 5,21, répondant à la formule $C^{20}H^{20}O^{8}$. Avant eux, Svamberg, puis Zwenger avaient donné, pour la catéchine obtenue par eux, C = 61,6, 61,1, 61,3,..., H = 4,7, 4,8, 4,9, ..., qui correspondent bien à $C^{20}H^{18}O^{8}$, formules rapprochées des nôtres, mais s'appliquant évidemment à des corps différents. Neubauer avait extrait par l'éther une catéchine répondant à $C^{12}H^{12}O^{5}$; ces corps ne sauraient être confondus entre eux, ni avec la catéchine à laquelle Lœwe attribue la formule $C^{15}H^{14}O^{7}$ qui veut C = 58,83 et H = 4,57. Sans admettre ni discuter ici toutes ces formules, il est indubitable que les analyses de ces substances cristallisées, préparées avec soin, ne peuvent convenir qu'à divers corps confondus jusqu'ici sous un même nom. Je ferai remarquer aussi qu'aucun de ces nombres

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. XXIV, p. 118.

(2) Toutes ces analyses, faites sur plus de $0^{gr},5$ de matière par la méthode de Piria dans l'oxygène sec, permettent de compter sur un dosage d'hydrogène très-précis.

ne correspond bien exactement à la formule $C^{19}H^{18}O^{8}$, qui demande $C = 60,97$ et $H = 4,81$, formule adoptée par Hlassiwetz, et depuis par la plupart des chimistes, d'après la considération théorique qu'elle explique bien le dédoublement

$$\underbrace{C^{19}H^{18}O^{8}}_{\text{Catéchine.}} + O^{2} = \underbrace{C^{7}H^{6}O^{4}}_{\text{Acide protocatéchique.}} + \underbrace{2C^{6}H^{6}O^{2}}_{\text{Phluoglucine.}}.$$

La formule $C^{19}H^{18}O^{8}$ ne saurait s'appliquer ni à mes analyses, ni à celles des auteurs précédents.

» Dans une prochaine Note, je me propose d'étudier les dédoublements principaux de ces corps. »

HISTOLOGIE. — *De l'ovaire pendant la grossesse.* Note de M. L. DE SINETY, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les observations contenues dans cette Note sont uniquement relatives à la femme. Chez celle-ci, en effet, on a observé depuis longtemps que le corps jaune résultant de la cicatrisation d'un follicule de Graaf atteignait des dimensions beaucoup plus considérables dans le cas où il y avait fécondation que dans le cas contraire ([1]).

» Plusieurs auteurs, et Coste en particulier, ont décrit au point de vue macroscopique les diverses phases d'évolution de ces corps jaunes de la grossesse. Coste dit, à propos de ces derniers, « qu'ils ont chez la femme enceinte un caractère qui leur est propre et qu'ils conservent jusqu'au commencement du quatrième mois de la gestation. Plus tard, pendant la période de décadence, ils sont beaucoup plus difficiles à distinguer de ceux qui n'ont pas éprouvé l'influence de la grossesse ([2]).

» Cette opinion de Coste peut être vraie, jusqu'à un certain point, si l'on se contente d'un examen à l'œil nu et d'une mensuration du corps jaune; mais elle est absolument erronée si l'on étudie plus attentivement ce qui se passe au point de vue histologique.

» En effet, les caractères anatomiques du corps jaune de la grossesse sont déjà très-tranchés du deuxième au troisième mois; mais ils vont en s'accentuant à mesure que la grossesse avance, et sont d'autant plus caractéristiques qu'on se rapproche davantage du terme de la gestation

([1]) Pour plusieurs espèces animales, et en particulier chez le Cobaye, je n'ai pu constater aucune différence histologique entre les corps jaunes provenant de femelles pleines et ceux recueillis sur un animal à l'état de vacuité. Mais mes recherches n'ont pas porté sur un assez grand nombre de faits ni sur des périodes assez variées de la gestation pour que je veuille encore rien affirmer à cet égard.

([2]) COSTE, *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés*, t. I, p. 261.

Du reste, le corps jaune provenant du dernier follicule rompu n'est pas le seul à subir cette influence de la grossesse; et à une certaine période de cet état physiologique, un assez grand nombre de follicules de Graaf, contenant encore leur ovule, présentent aussi des changements de structure qui amènent leur atrésie. Ces follicules ainsi atrésiés ont un aspect tout spécial et qui permet très-bien de les différencier d'avec un follicule atrésié, chez une femme à l'état de vacuité.

» Si, après un durcissement convenable (alcool, acide picrique, gomme et alcool), on pratique des coupes du corps jaune de la grossesse chez une femme arrivée au deuxième ou troisième mois de la gestation ([1]), on voit qu'à cette époque la cavité centrale n'est pas encore comblée. Cette cavité est limitée par deux couches de tissu. La plus interne est formée par du tissu fibreux pauvre en éléments cellulaires. Cette couche, colorée en rose par le picrocarminate et restant à peu près incolore après l'action de la purpurine, est un vrai tissu cicatriciel de nouvelle formation et que je n'ai jamais rencontré en dehors des corps jaunes, sur aucun point de l'ovaire. Cette couche de tissu fibreux ne présente aucune différence de structure dans le corps jaune résultant de la déchirure d'un follicule dont l'ovule n'a pas été fécondé. Sa couche la plus externe, gardant une coloration jaunâtre après le picrocarminate et fortement colorée en rose par la purpurine, possède une structure beaucoup plus complexe. Au milieu de nombreux vaisseaux de divers calibres, accompagnés sur certains points de travées de tissu conjonctif, on observe des granulations jaunâtres libres et des éléments cellulaires des dimensions les plus variées, depuis celles d'un globule blanc jusqu'à ces énormes cellules géantes, plus ou moins chargées de granulations. Ces éléments ont, du reste, été étudiés et décrits depuis longtemps et en particulier par M. Robin.

» Si, après avoir coloré ces coupes à la purpurine, on les plonge pendant vingt-quatre heures dans l'alcool au tiers et qu'on traite ensuite la préparation par le pinceau, on voit, après avoir sur ce point chassé les éléments cellulaires, que le stroma est formé sur ce point par du tissu réticulé, absolument comparable au tissu caverneux des ganglions lymphatiques ([2]).

» En dehors de cette couche, on rencontre le tissu propre de l'ovaire, toujours moins dense en se rapprochant du follicule, si bien que beaucoup d'auteurs l'ont décrit comme une couche spéciale.

» L'hypertrophie de la couche de tissu lymphatique réticulé s'accentue

([1]) Dans le cas qui a servi à cet examen, le fœtus avait 55 millimètres de long.

([2]) La présence du tissu réticulé dans le follicule normal a déjà été signalé en particulier par Slawianski. *Archives de Physiologie* p. 219, 1874.

de plus en plus, à mesure que la grossesse s'avance. Dans le corps jaune que je viens de décrire (deux à trois mois), cette couche avait à peu près la même épaisseur que la couche fibreuse; tandis que sur l'ovaire d'une femme morte à six mois de grossesse, le tissu fibreux, plissé et revenu sur lui-même, comblait la cavité et ne formait plus que le tiers de la masse totale du corps jaune.

» Enfin, chez la femme à terme, le tissu fibreux n'est plus représenté que par un petit noyau central et les trois quarts du corps jaune sont constitués alors par le tissu lymphatique. Les mêmes caractères spéciaux se retrouvent dans les follicules atrésiés. La cavité s'oblitère peu à peu par la formation de tissu muqueux, comme chez la femme à l'état de vacuité. Mais, là encore, la zone de tissu réticulé a subi une hypertrophie d'autant plus considérable que la grossesse est plus avancée. C'est donc cette hypertrophie graduelle des tissus et des éléments, constituant la membrane propre du follicule, qui caractérise aussi bien le corps jaune que le follicule atrésié pendant la grossesse, et les différencie de ces mêmes produits dans l'état de vacuité [1].

» Quant au mode d'oblitération de la cavité folliculaire, il est le même, qu'il y ait ou non grossesse : formation de tissu cicatriciel, fibreux, dense et pauvre en cellules, si le follicule a expulsé son ovule; production, au contraire, de tissu muqueux, riche en éléments cellulaires, si le follicule est revenu sur lui-même et s'est atrésié sans avoir expulsé son contenu.

» J'ajouterai que le nombre des follicules atrésiés m'a paru beaucoup plus considérable chez la femme pendant la grossesse qu'à l'état de vacuité.

» Comme je le disais au commencement de cette Note, la gestation imprime aux ovaires de la femme un cachet tout spécial qui ne se localise pas au dernier follicule déchiré et que l'on observerait peut-être encore dans d'autres organes, ou dans des cicatrices évoluant sur d'autres points.

» C'est ce qui fait en ce moment le sujet de mes recherches [2].

---

(1) L'étendue de cette Note ne me permet pas d'aborder la question encore si controversée relative aux différentes parties du follicule, aux dépens desquelles se forme le corps jaune.

Je résumerai mon opinion sur ce sujet, en disant que la partie centrale du corps jaune est une véritable néoformation conjonctive, tandis que la partie périphérique résulte de l'hypertrophie périfolliculaire (membrane propre des auteurs).

(2) Les recherches relatives à ce travail ont été faites au laboratoire d'Histologie du Collége de France.

HISTOLOGIE. — *Sur la richesse des globules rouges en hémoglobine.* Note de M. L. MALASSEZ, présentée par M. Cl. Bernard.

« En 1872, faisant part à l'Académie de mes premières recherches sur la numération des globules sanguins [1], je disais qu'il ne suffisait pas de connaître le nombre des globules rouges, mais qu'il faudrait encore pouvoir apprécier la quantité d'hémoglobine comprise dans chaque globule.

» J'ai essayé de résoudre ce problème [2].

» A l'aide d'un nouveau colorimètre, j'apprécie la quantité d'hémoglobine que contient un millimètre cube de sang; puis, divisant cette quantité par le nombre de globules que je trouve dans le même volume de sang, j'obtiens la quantité d'hémoglobine par globule; quantité moyenne, bien entendu, puisque tous les globules ne sont pas exactement semblables les uns aux autres. C'est ce que j'appelle « la richesse des globules en » hémoglobine ». Voici, en résumé [3], quelques-uns des résultats auxquels je suis arrivé :

» Chez des hommes bien portants, dans la force de l'âge, mais habitant Paris (ce qui est une cause légère d'anémie), j'ai trouvé de 27,7 à 31,9 $\mu\mu$gr [4] d'hémoglobine par globule. Les différences qui existent entre les diverses observations dépassent un peu les limites d'erreurs, comme s'il y avait en réalité des différences individuelles dans la richesse des globules en hémoglobine; ces différences sont en tout cas fort peu considérables [5].

» Chez un même individu, il peut se produire des modifications assez

---

(1) *De la numération des globules rouges du sang chez les mammifères, les oiseaux et les poissons* (séance du 2 décembre).

(2) Mes premiers essais datent de 1873; mais l'appareil dont je me servais alors étant encore bien imparfait, j'ai dû attendre qu'il fût perfectionné et expérimenté avant de faire connaître ma méthode. Elle a été publiée pour la première fois l'année dernière à la Société de Biologie (séance du 28 octobre 1876), et exposée plus complétement dans un récent Mémoire : « *Sur les diverses méthodes de dosage de l'hémoglobine et sur un nouveau colorimètre* (*Archives de Physiologie*, 1877, p. 1).

(3) Ces résultats seront publiés plus en détail dans un des prochains numéros des *Archives de Biologie.*

(4) Le signe $\mu\mu$gr exprime le millionième de millionième de gramme, lequel est pris comme unité de poids, afin d'éviter un trop grand nombre de zéros.

(5) Dans ces derniers temps M. Jakob Worm Müller est arrivé sur des chiens à des résultats très-semblables : *On Forholdet imellem Blodgemernes Antal og Blodets Farvekraft.* Christiania, 1876.

notables dans le nombre de ses globules; mais, tant qu'il reste en état de santé, la richesse des globules en hémoglobine paraît ne pas changer, ou du moins fort peu [1].

» L'état pathologique [2] entraîne, au contraire, des modifications considérables : dans les différentes formes d'anémie que j'ai observées, la richesse des globules en hémoglobine a toujours été inférieure à la richesse normale; elle a varié entre 10 et 25 $\mu\mu$gr. Cette diminution existait même dans des cas où le nombre des globules était normal. Le traitement ferrugineux paraît avoir pour effet d'augmenter et le nombre des globules et leur richesse en homoglobine.

» Chez les oiseaux, il y a moins de globules que chez les mammifères; en revanche, la richesse en hémoglobine de leurs globules est bien supérieure. L'augmentation d'hémoglobine globulaire compense et au delà la diminution de nombre; en sorte que le sang des oiseaux peut, à volume égal, contenir plus d'hémoglobine que celui des mammifères.

» Chez les poissons, les reptiles et les batraciens, on observe également une diminution dans le nombre des globules et une augmentation dans la richesse en hémoglobine de ces éléments; mais, chez eux, l'augmentation d'hémoglobine ne compense pas la diminution de nombre; aussi le sang de ces animaux contient-il à volume égal beaucoup moins d'hémoglobine que celui des mammifères et que celui des oiseaux, par conséquent. Les moins désavantagés sont les reptiles, les plus pauvres sont les poissons cartilagineux.

» Cet énoncé n'est exact que si l'on envisage les faits dans leur ensemble; dans le détail, il se rencontre des exceptions : on peut voir des espèces d'une classe supérieure être moins bien partagées en hémoglobine que des espèces appartenant à une classe inférieure. Il existe, en effet, des dif-

---

(1) M. H. Welcker a également constaté ce fait : *Blutkorperchenzählung und farbeprüfende Methode* (*Vierteljahrsschrift f. die praktische Heilkunde*, vol. XLIV, p. 11. Prague, 1854).

(2) Je dois rappeler, à ce propos, les travaux de MM. H. Welcker, Johann Duncan et G. Hayem.

H. Welcker, *loc. cit.*

Johann Duncan, *Beiträge zur Pathologie und Therapie der Chlorose.* (Vienne, 1867.)

G. Hayem, *Des caractères anatomiques du sang dans les anémies.* (*Comptes rendus*, juillet 1876.)

G. Hayem, *Note sur l'action du fer dans l'anémie.* (*Comptes rendus*, novembre 1876.)

férences très-notables entre les espèces d'une même classe : une des plus remarquables est celle qui se constate entre les poissons osseux et les poissons cartilagineux ; ces derniers arrivent à différer des poissons osseux plus qu'ils ne diffèrent des poissons cartilagineux.

» A quoi sont dues ces remarquables variations de la richesse des globules en hémoglobine ? Résultent-elles de simples modifications dans le volume des globules, la composition de la substance globulaire restant constante ; ou bien ne se produit-il pas quelque modification dans la quantité d'hémoglobine répandue dans cette substance ?

» On peut résoudre ce nouveau problème en divisant la richesse des globules en hémoglobine par le volume de ces globules, ce qui donne la quantité d'hémoglobine comprise dans chaque unité de volume de substance globulaire.

» On voit ainsi que les variations de volume peuvent expliquer les variations de richesse en hémoglobine dans un certain nombre de cas : entre espèces animales peu éloignées, par exemple ; tandis que dans beaucoup d'autres cas, entre espèces éloignées, il faut tenir compte de la présence du noyau et admettre encore des modifications dans la composition de la substance globulaire. Chez les chlorotiques, la substance globulaire est si altérée, si pauvre en hémoglobine que leurs globules ont moins d'hémoglobine que les globules normaux, quoique étant beaucoup plus volumineux qu'eux ; chez le protée, la substance globulaire ne renfermerait, d'après mes calculs, que 0,115 $\mu\mu$gr d'hémoglobine par millième de millimètre cube, tandis qu'elle en posséderait 0,345 chez les lézards et les grenouilles, 0,416 chez l'homme et le pigeon. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences démontrant que le chloroforme n'a aucune action ni sur la septicité ni sur les vibrioniens des sangs putréfiés.* Note de M. V. Feltz, présentée par M. Robin.

« J'ai puisé l'idée de ce travail dans une Communication très-intéressante de M. A. Müntz (*Comptes rendus* du 17 mai 1875) : un certain nombre d'expérimentations permettent à l'auteur d'établir, au moyen du chloroforme, une distinction très-nette entre les fermentations d'ordre chimique et les fermentations d'ordre physiologique. L'auteur pense « que l'on pourra faire » la distinction entre les virus qui paraissent agir à la manière de la diastase et » de ses analogues, et les liquides altérés produisant les symptômes de la sep» ticémie, que l'on croit devoir attribuer à des animalcules, les vibrions ».

» M. le professeur Ch. Robin déjà (*Journal de l'Anatomie*, n° 4, 1875, p. 387) s'est élevé contre l'idée de l'anesthésie des cryptogames unicellulaires, ceux-ci n'ayant ni nerfs ni, par suite, de sensibilité. J'ai voulu voir expérimentalement si le chloroforme aurait une action plus accentuée que l'alcool, l'oxygène comprimé, la dessiccation au soleil et même le temps, sur les vibrioniens et la septicité de certains sangs putréfiés. A cet effet, j'ai fait les expériences suivantes :

» *A.* 10 centimètres cubes de sang putréfié, dont la toxicité m'est démontrée par plusieurs séries d'expériences, sont additionnés de 10 centimètres cubes d'eau distillée. Le mélange fait, je le traite par 2 centimètres cubes de chloroforme pur, employé dans les hôpitaux de Nancy. Je maintiens le contact pendant vingt-quatre heures, j'obtiens un précipité abondant blanchâtre. Après décantation, j'examine le liquide au microscope et je ne constate aucune différence, ni dans le nombre, ni dans la forme, ni dans le mouvement des vibrioniens. J'injecte ensuite dans le tissu cellulaire sous-cutané de quatre lapins $1^{cc},5$ de mon liquide; deux autres lapins reçoivent de la même façon $1^{cc},5$ de la dilution initiale. Les six animaux ne tardent pas à présenter tous les symptômes de l'infection putride, ils succombent du deuxième au sixième jour. L'autopsie révèle chez tous les mêmes altérations du sang.

» *B.* 50 centimètres cubes de sang putréfié, dont la septicité est bien établie expérimentalement, et qui renferme une énorme quantité de vibrions, de bactéries, de coccobactéries ou spores conidies, sont placés dans un réservoir à l'aide d'un appareil à dégagement continu convenablement réglé; j'y fais barboter des vapeurs de chloroforme pur pendant cent quarante-quatre heures. J'injecte dans la veine après vingt-quatre, quarante-huit, quatre-vingt-seize et cent quarante-quatre heures à quatre séries de quatre lapins $1^{cc},5$ de sang additionné de 4 centimètres cubes d'eau distillée. Les seize lapins périssent dans le courant de sept jours; ils ont tous pendant la vie de l'anorexie, de la fièvre, de la diarrhee, de l'accélération respiratoire et une perte de poids considérable. Après la mort, on constate dans le sang, en dehors des bactéries et des points mobiles, la diffluence et la déformation caractéristiques des globules rouges, l'augmentation en nombre des leucocythes et une énorme quantité de globulins, toutes lésions que j'ai décrites avec M. Coze, dès 1865.

» *Conclusions.* — Le chloroforme, mêlé au sang putréfié septique sous forme de vapeurs ou directement ajouté à ce liquide, n'a aucun effet appréciable ni sur les vibrions, ni sur la septicité des sangs putréfiés. Sous ce rapport, l'action du chloroforme n'est pas comparable à celle de l'oxygène comprimé, de l'alcool, de la dessiccation et même du temps.

» Le chloroforme ne peut donc pas servir à séparer dans les sangs putréfiés septiques les ferments diastasiques des ferments organisés ».

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle forme larvaire des Cestoïdes.* Deuxième Note de M. **A. Villot.**

« En poursuivant l'étude des curieux Helminthes auxquels j'ai donné le nom de *Staphylocystes*, j'ai pu constater de nouveaux faits, qui rectifient sur certains points mes premières interprétations.

» Les vésicules à contenu granuleux, que j'ai observées à l'intérieur des vaisseaux biliaires des Gloméris, n'ont aucun rapport génétique avec les Staphylocystes. J'ai suivi, avec le plus grand soin, le développement de ces corps, et je me suis convaincu qu'il faut y voir des cellules épithéliales considérablement modifiées par la dégénérescence graisseuse. Celles qui se trouvent à la surface des tubes de Malpighi, et que je considérais comme provenant de leur intérieur, par voie de migration, ne sont aussi que des cellules graisseuses, appartenant au corps adipeux.

» Les grappes coloniales du ver parasite adhèrent bien aux vaisseaux biliaires; mais elles sont enfouies dans le tissu adipeux qui entoure ces organes. Chaque membre de la colonie se divise en quatre parties bien distinctes, à savoir: 1° la tête; 2° le corps; 3° le kyste caudal; 4° le pédicule. Le Scolex est invaginé dans son kyste caudal, la tête repliée sur le corps, qui se trouve par cela même entièrement aplati. Les corpuscules calcaires renfermés dans le corps, refluant vers son extrémité postérieure, forment une sorte de capuchon, qui recouvre la tête. Le kyste caudal n'est autre chose que le prolongement du corps; mais il diffère de ce dernier par un revêtement cuticulaire très-remarquable. Les fibres élastiques qui composent ce revêtement forment trois couches; les superficielles sont longitudinales, les moyennes transversales, les profondes longitudinales. Le pédicule s'insère sur le blastogène, qui rattache les uns aux autres tous les membres de la colonie.

» La découverte de ce type permet de définir, d'une manière précise, les différentes formes de colonies vésiculaires que l'on connaît maintenant chez les Cestoïdes. Les Cœnures sont des colonies de Scolex, pour lesquels il n'existe qu'un seul et même kyste caudal. Les Staphylocystes et les Échinocoques sont des colonies de Scolex, pour chacun desquels il existe un kyste caudal. Mais il y a cette différence, entre les Staphylocystes et les Échinocoques, que les premiers sont dépourvus d'Acéphalocyste, tandis que les seconds en ont un. Ces trois formes larvaires, dans l'ordre même où je viens de les énumérer, constituent une série très-naturelle, qui est

l'expression d'un perfectionnement graduel au point de vue des organes de protection.

» Les Staphylocystes appartiennent certainement à plusieurs espèces de Ténias, que l'on peut déjà distinguer, à l'état de larves, par le nombre, la forme et les dimensions de leurs crochets. Celle que j'ai désignée sous le nom de *Staphylocystis bilarius* a 13-15 crochets, dont la longueur atteint $0^{mm},026$. Une autre, que je viens d'observer, et à laquelle je donnerai le nom de *Staphylocystis micracanthus*, a 23-24 crochets, dont la longueur ne dépasse pas $0^{mm},014$.

» Reste à savoir, pour compléter l'histoire de ces singuliers parasites, sous quelle forme ils pénètrent dans le corps des Gloméris et ce qu'ils deviennent après en être sortis. Ce sont là des questions intéressantes, auxquelles j'espère pouvoir répondre prochainement. »

M. **Toselli** adresse une Note relative à l'emploi de son « gobelet thermique » comme moyen de rafraîchir les boissons.

M. **Ziegler** adresse une Note relative à « une loi physique qui régit la production de la *quinicité* par induction électrique. »

M. J. **Pérez** adresse quelques observations relatives aux opinions émisse par M. H. Fol, le 23 juillet dernier, sur la fécondation de l'œuf chez l'Astérie et chez l'Oursin.

Selon M. Pérez, il est impossible d'admettre l'attraction exercée, à *distance*, par le spermatozoïde, sur la substance du vitellus, à travers la masse inerte de l'enveloppe muqueuse. Il avait observé, chez l'Oursin, ce « cône pâle, irrégulier », que M. Fol appelle le « cône d'exsudation »; il l'avait distingué, avant comme après l'arrivée des spermatozoïdes, jusqu'au moment où le soulèvement de la membrane vitelline et l'expansion de la couche muqueuse l'ont fait évanouir; mais il l'avait considéré comme la projection visuelle des parois de la fente qui constituait une solution de continuité de cette couche muqueuse. Il avait d'ailleurs pris toutes les précautions nécessaires pour que les observations portassent exclusivement sur des œufs non encore fécondés. Les phénomènes observés par M. Fol lui paraissent accidentels, et sans rapport essentiel avec l'acte de l'imprégnation.

Enfin, suivant M. Pérez, la couche molle et plastique, à épaisseur mesurable, qui entoure le vitellus de l'œuf mûr, ne peut être assimilée à celle qui enveloppe le corps de certains Amibes et de certains Rhizopodes. Si le

spermatozoïde peut traverser la couche molle et peu cohérente de l'enveloppe muqueuse, il trouve, dans la membrane vitelline, un obstacle que M. Pérez considère comme infranchissable.

M. de Touchimbert adresse une Note relative aux *fleurs de la glace.*

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 aout 1877.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 5e session. Clermont-Ferrand, 1876; Paris, au secrétariat de l'Association, 1877; in-8° relié.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, juillet 1877; *Tables générales,* Ve série, 1re période quinquennale, 1871-1875. Paris, Dunod, 1877; 2 vol. in-8°.

F. Stenfort. *Les plus belles plantes de la mer.* Paris, chez l'auteur, rue des Abbesses, 1874; in-8°.

Du vin, ses propriétés, sa composition, sa préparation, ses maladies, etc.; par C. Husson. Paris, P. Asselin, 1877; in-18 relié.

Manuel général des vins. Fabrication des vins mousseux; par E. Robinet. Paris, A. Lemoine, 1877; 1 vol. in-12.

Bulletin de la Société de l'industrie minérale; 2e série, t. VI, 1re et 2e livraisons, 1877. Saint-Étienne, au siége de la Société, 1877; 1 vol. in-8°, avec atlas.

Notice nécrologique sur Émile Vaudrey; par MM. H. Rousselle et J. Darcel. Paris, Dunod, 1877; br. in-8°.

United States navy department. Scientific results of the United States artic expedition. Steamer Polaris, *C.-F. Hall commanding;* vol. I : *Physical observations; by* Emil Bessels. Washington, government printing office, 1877; in-4° relié.

*Circular n° 9. War department, surgeon general's office, Washington march 1, 1877. A report to the surgeon general on the transport of sick and

wounded by pack animals; by G.-A. Otis. Washington, government printing office, 1877; in-4° relié.

Geological Survey of the State of New-York. Palæontology illustrations of devonian fossils : Gasteropoda, Pteropoda, Cephalopoda, Crustacea and corals of the upper Helderberg, Hamilton and Chemung groups; by J. Hall. Albany, Weed, Parsons, and C°; New-York, Bierstadt, 1876; in-4° relié.

Official copy. Quarterly weather report of the meteorological office; Part IV, october-december 1874. London, 1877; in-4°.

The american ephemeris and nautical Almanac for the year 1879. Washington, Bureau of navigation, 1876; in-8°.

On the possibility of transit observation without personal error; by S.-P. Langley. Sans lieu ni date; opusc. in-8°. (From the *American journal of Science and Arts,* vol. XIV, july 1877.)

On the construction of the canon of sines, for the decimal division of the quadrant; by Edward Sang. Sans lieu ni date; br. in-8°. (From the *Proceedings of the royal Society of Edinburgh.*)

The glacial period in the southern hemisphere; by Thomas Belt. London, 1877; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 16 juillet 1877.)

Page 126, ligne 27, *au lieu de* Nummulites, Hantkeni, *lisez* Nummulites Hantkeni.

Page 127, ligne 12, *au lieu de* Novæ, *lisez* Noæ.

(Séance du 30 juillet 1877.)

Page 261, ligne 16, *au lieu de* fossiles, *lisez* fissiles.

Page 264, ligne 24, *au lieu de* Bayana, *lisez* Bayania.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro. (1)	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne vraie. (5)	Écart de la normale. (6)	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7)	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface. (9)	à 0m,20. (10)	à 1m,00. (11)	TENSION DE LA VAPEUR. (12)	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE (à 1m,80) (14)	ÉVAPOROMÈTRE (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE sans correction locale. (16)	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air. (17)
	mm	°	°	°	°	°	°		°	°	°	mm		mm	mm	pll	mg
1	754,4	15,5	32,1	23,8	22,9	5,0	22,9	61,2	26,6	22,9	18,2	11,9	61	.	6,5	4,9	0,3
2	755,5	12,2	17,8	15,0	14,9	− 3,1	14,9	13,1	14,9	21,8	18,3	10,3	82	8,1	2,1	− 1,2	0,7
3	758,2	10,6	22,6	16,6	17,7	− 0,4	17,2	72,1	19,2	20,4	18,5	10,1	69	.	2,8	17,1	0,4
4	757,1	12,3	22,9	17,6	14,7	− 3,5	15,3	37,1	15,7	20,2	18,4	11,2	90	6,8	1,8	2,7	0,2
5	755,8	9,8	24,3	17,1	17,6	− 0,7	17,6	61,9	18,6	19,7	18,3	9,8	70	0,2	3,6	3,1	1,2
6	752,9	12,5	20,3	16,4	14,7	− 3,7	14,9	41,2	14,4	19,3	18,2	9,0	74	3,6	2,8	8,0	1,2
7	759,0	8,3	21,2	14,8	13,8	− 4,8	14,3	58,4	16,8	18,4	18,0	7,4	66	0,0	4,3	18,3	0,3
8	761,3	7,6	20,0	13,8	14,1	− 4,6	14,6	64,4	15,7	18,3	17,8	6,6	59	.	5,9	23,8	0,3
9	765,1	6,3	23,3	14,8	16,4	− 2,4	16,5	67,2	19,6	18,7	17,7	7,9	60	.	5,0	26,3	0,2
10	762,3	11,1	25,2	18,2	18,3	− 0,6	19,4	66,7	22,2	20,0	17,6	9,4	63	.	4,2	19,2	0,2
11	758,1	13,0	27,6	20,3	20,5	1,5	20,7	63,2	23,1	20,9	17,7	10,2	60	.	5,4	25,2	0,3
12	755,0	11,6	27,4	19,5	19,9	0,8	20,3	42,2	23,4	21,2	17,9	10,6	64	6,5	3,4	−10,8	0,1
13	751,7	15,7	26,7	21,2	20,4	1,2	19,7	49,2	21,9	21,1	18,0	12,8	73	.	2,7	15,5	0,9
14	748,0	13,4	24,1	18,8	18,3	− 1,0	17,8	25,1	17,4	20,3	18,2	12,2	80	3,0	2,3	< 6,6	0,9
15	742,4	14,1	23,6	18,9	16,4	− 2,9	16,0	42,2	16,9	19,6	18,2	10,6	78	0,9	2,7	5,1	1,0
16	744,8	12,0	23,0	17,5	15,4	− 3,9	15,3	44,1	16,6	18,9	18,1	10,9	85	4,5	1,9	12,0	1,0
17	749,2	13,6	21,7	17,7	15,3	− 4,0	15,4	22,8	15,4	18,4	18,0	11,0	85	7,5	1,6	11,9	1,1
18	755,6	11,5	20,8	16,2	15,7	− 3,5	15,7	45,3	18,5	17,8	17,9	9,3	71	0,1	3,2	24,4	1,0
19	752,9	13,2	23,5	18,4	18,0	− 1,2	17,8	32,7	20,5	18,6	17,7	12,4	82	0,9	1,9	6,3	0,8
20	755,7	14,7	20,6	17,7	16,0	− 3,2	16,0	27,4	16,4	18,7	17,6	10,6	78	0,7	2,6	10,5	0,7
21	758,2	7,6	24,6	16,1	17,5	− 1,6	18,5	68,4	20,0	18,5	17,5	8,5	62	.	3,5	19,3	0,4
22	752,0	10,6	31,4	21,0	23,0	4,0	23,3	66,5	26,4	19,8	17,5	13,0	65	10,2	4,2	4,1	0,7
23	749,8	14,9	27,4	21,2	21,3	2,3	21,9	47,5	23,3	20,7	17,6	14,8	80	.	2,5	16,4	0,8
24	747,2	17,7	24,2	21,0	17,9	− 1,0	18,0	18,7	18,3	20,6	17,7	12,8	82	8,4	1,3	7,1	0,7
25	756,3	12,3	23,0	17,7	17,0	− 1,9	17,4	44,7	19,9	19,8	17,9	10,8	76	.	2,6	25,7	1,3
26	754,9	13,3	23,3	18,3	17,1	− 1,8	17,1	39,3	17,5	19,2	17,9	12,0	83	2,4	2,5	15,2	0,9
27	759,9	12,1	23,2	17,7	17,5	− 1,4	17,1	37,6	18,1	18,9	17,9	11,4	77	.	2,7	18,2	0,6
28	760,7	12,0	23,2	17,6	17,7	− 1,2	17,7	40,0	20,5	19,0	17,8	11,2	76	0,0	3,2	16,6	0,1
29	763,1	16,3	25,5	20,9	20,3	1,4	20,3	31,4	21,6	19,8	17,8	13,6	78	0,0	2,9	9,4	0,2
30	763,1	15,5	28,3	21,9	20,9	2,0	21,5	44,4	22,3	20,8	17,8	13,0	73	.	2,9	7,6	0,3
31	756,9	13,8	32,2	23,0	24,6	5,7	25,1	63,1	25,9	21,7	18,0	12,7	60	.	4,3	12,1	0,3

(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyennes des observations sexhoraires.
(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
(6) La moyenne normale est déduite de la courbe rectifiée des moyennes de 60 années d'observations.
(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (18)	Inclinaison. (19)	Intensité horizontale. (20)	Intensité totale. (21)	VENTS à 20 mètres. Direction dominante (22)	Force moyenne. (23)	DIRECTION DES NUAGES. (24)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (25)	REMARQUES.
1	17°9',0	65°32',8	1,9341	4,6530	NW	faible.	WSW k	6	Quelques rafales l'après-midi.
2	7,6	33,3	9355	6579	NW	faible.	NNW	10	Matinée pluvieuse : fort de 3 h. à 10h 15m m.
3	9,6	33,2	9356	6578	W ¼ NW	faible.	WNW	6	» »
4	9,4	32,7	9362	6578	SW à N	très-faible.	SW	8	Pluvieux depuis 10h 20m m. Orage à 4h 30m s.
5	9,8	32,6	9363	6578	WSW	faible.	WSW k	6	Gouttes de pluie matin et soir. Halos.
6	8,9	33,5	9355	6584	SSW à NW	faible.	SW à NW	6	Pluie le jour; assez fort de midi à 2h 25.
7	9,8	32,9	9364	6589	WNW	faible.	SW à NW	3	Gouttes de pluie à 12h 45m.
8	10,5	33,0	9355	6570	WNW	faible.	WNW	3	»
9	9,7	33,0	9347	6551	W à N	très-faible.	W k	5	»
10	10,7	33,1	9348	6554	W à N	presque nul.	WSW	1	Beau temps; rares nuages.
11	9,8	32,6	9353	6554	N à W	tres-faible.	WSW k	2	Assez beau; nombreux cirrhus.
12	10,3	32,1	9361	6557	N	très-faible.	WSW	7	Soirée pluvieuse, assez fort de 7h 30 à 10h 30.
13	9,3	32,3	9352	6540	WSW	faible.	SW	8	»
14	9,3	32,7	9364	6582	SSW	modéré.	SSW	10	Pluvieux matin et soir; ass. fort de 5h 30m s. à [minuit.]
15	9,1	32,2	9360	6559	SW	assez fort.	WSW	6	Gouttes de pluie par intervalles.
16	9,6	32,6	9362	6576	SW	assez fort.	SW k	9	Pluie presque continuelle, forte à 6 h. soir.
17	10,6	33,0	9365	6595	WSW	modéré.	WSW	8	Tonn. vers midi; pluie jusq. vers 6 h. s., fort [de 11h 50 à 1h 35.]
18	10,1	32,3	9362	6566	WNW à SW	faible.	WNW k	9	Gout. de pluie depuis 5 h. s.
19	9,8	32,9	9360	6579	W ¼ NW	faible.	WNW	9	Continuellement pluvieux.
20	8,7	32,5	9362	6573	WNW	faible.	WNW	7	Id. Jusque vers 9 h. s.; plus fort de 11h 40m à [midi 10.]
21	10,6	31,4	9373	6565	W puis S	faible.	WNW k	0	Beau temps; forte rosée le matin.
22	11,4	32,6	9338	6516	S à WNW	faible.	SSW	4	Orage dès 6h 30m. Violente averse à 7 h. soir.
23	9,3	32,8	9349	6549	SSW	faible.	SSW k	6	État du ciel très-variable.
24	9,5	33,3	9351	6567	SW à WNW	faible.	SSW	10	Orage et forte averse à 2h 20m s., suivie de pet. [pluies jusq. 10 h.]
25	9,3	33,1	9344	6545	NW à SW	faible.	W	7	État du ciel très-variable.
26	9,2	32,7	9355	6561	SW à NW	assez fort.	W ¼ SW	6	Pluvieux de 2h 20m matin jusqu'à 1 h. soir.
27	9,2	32,8	9350	6550	WNW	faible.	WNW k	7	»
28	9,4	32,7	9357	6564	NW	faible.	NW	9	Gouttes de pluie vers minuit.
29	10,0	32,6	9354	6554	NW	faible.	NW	7	Gouttes de pluie avant l'anrore.
30	8,6	31,9	9358	6544	NNW	presque nul.	NW	4	Peu de nuages.
31	8,6	31,3	9361	6533	S ¼ SW	faible.	»	0	Beau temps; forte rosée le matin.

(18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues faites sur la fortification du bastion n° 82.
(20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites dans le pavillon magnétique du parc.
(22)(24) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. k désigne les cirrhus.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Juillet 1877).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	17° +	4′,4	6′,6	14′,8	15′,8	11′,8	9′,4	7′,3	17°. 9′,6
Inclinaison »	65° +	33,4	33,9	32,7	32,2	32,0	32,2	32,5	65.32,7
Force magnétique totale	4,+	6566	6554	6542	6558	6571	6570	6569	4,6562
Composante horizontale	1,+	9349	9338	9347	9360	9368	9365	9361	1,9356
Composante verticale	4,+	2355	2348	2330	2341	2353	2353	2354	4,2348
Électricité de tension [éléments Daniell (1)]		13,3	20,5	10,7	10,9	11,7	20,9	13,4	12,3
Baromètre réduit à 0°		755,53 mm	755,75 mm	755,39 mm	754,89 mm	754,69 mm	755,39 mm	755,32 mm	755,23 mm
Pression de l'air sec		744,60	744,54	744,05	741,06	744,30	744,48	741,41	744,34
Tension de la vapeur en millimètres		10,93	11,21	11,34	10,83	10,39	10,91	10,91	10,89
État hygrométrique		87,4	70,8	60,0	56,2	58,5	76,7	85,4	72,8
Thermomètre du jardin (ancien abri)		14°,63	18°,51	21°,61	22°,00	20°,54	16°,77	14°,90	17°,92
Thermomètre électrique à 20 mètres		15,22	18,12	20,75	21,43	20,78	17,32	15,50	18,06
Degré actinométrique		31,99	51,63	67,30	59,17	22,01	»	»	46,42
Thermomètre du sol. Surface		17,28	23,26	27,04	26,71	20,25	15,43	13,78	19,59
» à $0^m,02$ de profondeur		18,06	18,35	19,63	20,84	21,10	20,49	19,58	19,59
» à $0^m,10$ »		19,13	18,84	19,20	20,02	20,67	20,76	20,31	19,83
» à $0^m,20$ »		19,71	19,42	19,31	19,52	19,93	20,25	20,26	19,80
» à $0^m,30$ »		19,78	19,59	19,43	19,43	19,61	19,85	19,94	19,69
» à $1^m,00$ »		17,90	17,90	17,91	17,92	17,93	17,93	17,92	17,92
Udomètre enregistreur		7,08 mm	4,38 mm	4,88 mm	14,49 mm	5,14 mm	17,15 mm	4,60 mm	t. 57,72 mm
Pluie moyenne par heure		0,038	0,047	0,052	0,156	0,055	0,185	0,049	»
Évaporation moyenne par heure		0,027	0,074	0,199	0,252	0,255	0,157	0,073	t. 99,02
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure (2)		6,14	8,04	11,70	11,45	9,45	6,67	6,80	8,30
Pression moy. en kilog. par mètre carré (2)		0,36	0,61	1,29	1,24	0,84	0,42	0,44	0,65

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Temper. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.
	° ′	mm	°	°	mm
1h matin	17. 6,9	755,08	15,51	14,43	0,08
2 »	6,7	54,92	15,50	13,94	0,28
3 »	6,4	54,88	15,38	13,58	0,48
4 »	5,9	55,03	15,15	13,25	1,32
5 »	5,1	55,28	15,03	13,55	3,39
6 »	4,4	55,53	15,22	14,67	1,53
7 »	4,1	55,74	15,85	15,98	0,64
8 »	4,8	55,79	16,89	17,35	2,13
9 »	6,6	55,75	18,12	18,48	1,61
10 »	9,3	55,64	19,28	19,77	0,52
11 »	12,3	55,50	20,17	20,58	3,46
Midi	14,8	55,39	20,75	21,44	0,90

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Enregistreurs. Pluie à 3m.
	° ′	mm	°	°	mm
1h soir	17.16,4	755,24	21,05	22,28	4,64
2 »	16,6	55,08	21,26	22,17	4,01
3 »	15,8	54,89	21,43	21,82	5,84
4 »	14,4	54,73	21,49	21,60	0,63
5 »	13,0	54,64	21,33	21,28	1,86
6 »	11,8	54,69	20,78	20,47	2,65
7 »	10,8	54,86	19,83	19,19	7,44
8 »	10,1	55,13	18,59	17,91	7,31
9 »	9,4	55,39	17,32	16,88	2,40
10 »	8,6	55,52	16,32	16,11	3,63
11 »	7,9	55,50	15,71	15,39	0,13
Minuit	7,3	55,32	15,50	14,97	0,84

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima......... 12°,4 Des maxima........ 24°,4 Moyenne.......... 18°,4

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima......... 11°,6 Des maxima......... 32°,6 Moyenne........... 22°,1

Températures moyennes diurnes par pentades.

1877. Juin 30 à Juill. 4. 18°,5	Juill. 10 à 14...... 19°,5	Juill. 20 à 24..... 19°,1
Juill. 5 à 9........ 15,3	» 15 à 19...... 16,2	» 25 à 29..... 17,9

(1) Et sans correction locale. — (2) Nombres déduits des observations directes au niveau du sol, en multipliant les résultats par 1,65 pour les rendre comparables aux données des mois précédents.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AOUT 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Communication du Bureau des Longitudes, relative à de nouvelles opérations de Géodésie astronomique*, présentée par M. **Faye**

« Le Bureau des Longitudes m'a chargé d'annoncer à l'Académie qu'il vient de terminer la jonction astronomico-télégraphique de Paris avec Neuchâtel, Genève et Lyon. Les observateurs qui ont concouru à cette double opération entre la Suisse et la France sont :

» Pour la Suisse :

» M. le professeur Plantamour, Directeur de l'Observatoire de Genève;

» M. le Dr Hirsch, Directeur de l'Observatoire de Neuchâtel;

» Pour la France :

» M. le capitaine d'État-Major Bassot, Correspondant du Bureau des Longitudes;

» M. le commandant Perrier, Membre du Bureau des Longitudes.

» A Paris, les observations ont été faites à l'Observatoire du Bureau des Longitudes, parc de Montsouris, dans le pavillon affecté à MM. les officiers d'État-Major; le Bureau exprime, à cette occasion, comme à celle de la jonction de Paris avec Bonn et Berlin, toute sa reconnaissance pour

le concours éclairé que M. le Directeur de nos lignes télégraphiques veut bien prêter aux grandes opérations qui intéressent la science dans notre pays.

» A Genève et à Neuchâtel, les observations se rapportent au centre des grands instruments méridiens de ces deux villes.

» A Lyon, on a choisi comme station l'emplacement même de la lunette méridienne qui sera établie dans le grand observatoire permanent dont la ville de Lyon veut bien doter la Faculté des Sciences.

» De cette dernière station, près du village de Saint-Genis-Laval, on aperçoit tous les points géodésiques voisins de l'arc parallèle moyen qui a été mesuré, sous la Restauration, par M. le colonel Brousseaud. C'est là le début d'une grande opération astronomique qui aura pour but de reprendre, sous la direction de M. le commandant Perrier, les longitudes du parallèle moyen. Celles-ci n'ayant été déterminées primitivement que par la méthode imparfaite des signaux de feu, il est à désirer, dans l'intérêt de nouvelles études sur la figure de la Terre, qu'on y applique enfin les méthodes actuelles, fondées sur l'emploi si précis de la télégraphie électrique. »

ASTRONOMIE. — *Gravure représentant l'auréole de Vénus, mission de l'île Saint-Paul.* Note de M. Mouchez.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une gravure assez bien réussie de l'aspect qu'offrait l'auréole de Vénus, telle que je l'ai observée à l'île Saint-Paul.

» Elle est représentée à trois époques différentes. La première correspond à l'instant où j'ai subitement aperçu, à ma grande surprise, le disque entier de la planète dont la moitié se trouvait encore en dehors du Soleil; le demi-cercle extérieur se projette en noir très-sombre sur le fond moins noir de la partie du ciel qui enveloppe le Soleil.

» L'auréole est très-visible de chaque côté, près du disque solaire, mais beaucoup plus pâle dans la partie la plus éloignée, où elle semble n'avoir pas d'existence réelle et n'être due qu'à un effet de contraste d'un disque très-noir se projetant sur un fond moins sombre; cependant elle détermine encore, dans cette partie, assez nettement le contour de la planète pour me permettre d'obtenir la mesure micrométrique du diamètre correspondant avec une exactitude à peu près égale à celle de la mesure du diamètre perpendiculaire entièrement projeté sur le Soleil.

» Le second dessin montre l'auréole quelques minutes plus tard, quand le quart environ du diamètre de la planète est encore hors du Soleil. C'est le moment où elle me semble atteindre son maximum de visibilité et d'étendue ; à partir de ce moment et à mesure qu'approchait l'instant du premier contact, elle diminue sensiblement de largeur.

» Enfin le troisième dessin montre à peu près l'aspect de l'auréole près du premier contact ; mais, malgré toute l'habileté de l'artiste, il ne lui a pas été possible de rendre exactement l'aspect du phénomène lumineux un peu compliqué et tel que je l'ai vu à cet instant.

» L'auréole était alors très-étroite, assez vivement éclairée et terminée, depuis une minute environ avant le premier contact, par un reflet brillant, extrêmement mince, entourant la partie encore extérieure de la planète, et réunissant prématurément les deux cornes de l'échancrure ; le contour du Soleil paraissait alors continu, mais déformé par un renflement très-sensible autour de la partie du disque de la planète où allait avoir lieu le contact.

» C'est ce phénomène lumineux, que je n'avais pas prévu, qui a rendu si douteux pour moi, à deux ou trois secondes près, le moment où a réellement apparu le bord du Soleil au deuxième contact.

» Je crois qu'il faut attribuer ce mince reflet brillant, sans épaisseur appréciable, à la réfraction des rayons solaires dans l'atmosphère de *Vénus* ou peut-être à la réflexion de ces rayons sur les aspérités du contour de la planète, tandis que la plus grande partie de l'auréole ne serait due qu'à l'enveloppe coronale du Soleil devenue visible par contraste ; une partie cependant de cette auréole a une existence réelle, puisqu'elle a laissé des traces sur quelques-unes de nos épreuves photographiques.

» Je crois devoir rappeler d'ailleurs que nous avons été favorisés dans cette observation par une transparence d'atmosphère tout à fait exceptionnelle et due au singulier hasard qui a fait coïncider rigoureusement les quatre heures du passage de Vénus avec le passage du centre d'un cyclone sur l'île Saint-Paul, comme le montre le second dessin que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, dessin sur lequel est indiqué l'état du ciel et la marche du baromètre pendant les quelques jours qui ont précédé et suivi le 9 décembre.

» On voit que le baromètre commence à baisser dès le 5 décembre, atteint son minimum pendant la nuit du 8 au 9, huit ou dix heures avant le passage de Vénus, pour reprendre son mouvement descendant dans la soirée du 9, huit ou dix heures après le passage, qui tombe ainsi juste au

milieu de cette dépression. L'atmosphère, purgée par cette violente tempête, était d'une telle transparence entre les nuages très-bas qui couraient avec une extrême rapidité au-dessus de nos têtes, que je doute qu'aucun observateur ait jamais pu faire l'observation des deux contacts intérieurs dans des conditions aussi favorables au point de vue de la clarté de l'atmosphère. »

GÉOMÉTRIE. — *Une loi générale des courbes géométriques, concernant l'intervention commune de chaque point d'une courbe et de la tangente de ce point, dans les questions de lieux géométriques ou de courbes enveloppes;* par **M. Chasles.**

« Les théorèmes très-variés, dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie, concernant les courbes géométriques représentées par leurs deux éléments, l'*ordre* et la *classe*, font connaître d'assez nombreuses lois générales, relatives aux conditions qui déterminent l'ordre d'un lieu géométrique ou la classe d'une courbe enveloppe.

» Ces lois se rapportent à la manière dont les points et les tangentes d'une des courbes interviennent dans une question quelconque.

» Lorsque la courbe intervient par chacun de ses points pris isolément ou chacune de ses tangentes prises isolément, l'ordre ou la classe de cette courbe se trouve multiple d'une fonction des éléments des autres courbes qui entrent dans les conditions de la question. Ce sont là les deux lois que j'ai déjà données, parce qu'elles m'étaient nécessaires dans le moment pour terminer un autre sujet. Mais, lorsqu'une courbe intervient par quelques points ou tangentes, à la fois, il y a aussi des lois générales, relatives à l'intervention de l'ordre et de la classe de la courbe dans la solution des questions proposées.

» J'énoncerai ces lois générales dans une prochaine séance. Mais il en est une qui se lie tellement par son sujet et par son expression aux deux lois que je viens de rappeler, que je la détache des autres. C'est le cas fort simple où chaque point d'une courbe et la tangente en ce point interviennent ensemble dans une question, sans autre intervention d'autres points ou tangentes de la courbe. Alors l'ordre et la classe m, n de la courbe se trouvent comme simples facteurs de deux fonctions des autres données de la question. L'ordre ou la classe, sujet de la question, s'exprime donc par le binôme $(mf + nf_1)$.

THÉORÈME. — *Lorsque, dans la recherche d'un lieu géométrique ou d'une courbe enveloppe, chaque point d'une courbe* U_m^n *et la tangente de ce point in-*

terviennent dans les conditions de la question, si cette courbe n'a point d'autre relation avec ces conditions, alors son ordre et sa classe se trouvent l'un et l'autre comme simples facteurs de deux fonctions des éléments (ordre et classe) des autres courbes qui entrent dans les conditions de la question; de sorte que le lieu ou la courbe enveloppe cherchée s'exprime par cette simple formule : $mf + nf_1$.

» Voici différents exemples de cette expression :

» I. *De chaque point θ de U_m on mène une tangente $\theta\theta'$ d'une courbe $U^{n'}$, et l'on prend sur la tangente du point θ les deux points* x *dont la distance à la tangente* aθ *est constante : le lieu de ces points* x *est une courbe de l'ordre* $2n'(m+n)$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & nn'2 & u \\ u, & 2n'm & x \end{array}\right| \; 2n'(m+n).$$

C'est-à-dire : De chaque point x de L on mène n tangentes $x\theta$, et de chaque point θ, n' tangentes $\theta\theta'$. Il y a sur L deux points u dont la distance à chaque tangente $\theta\theta'$ est donnée, λ; ce qui fait $2nn'$ points u. Un point u pris sur L donne lieu à $2n'$ tangentes de $U^{n'}$ dont la distance à ce point est λ, et qui coupent U_m en m points θ dont les tangentes coupent L en $2n'm$ points x. Donc, etc.

» II. *La tangente du point θ de $U^{n'}$ rencontre une courbe U_m en* a; *de ce point on mène une tangente* aθ' *de $U^{n''}$, sur laquelle on prend les deux segments* ax *faisant chacun avec le segment θ*a *une longueur constante* (ax + a$\theta = \lambda$) : *le lieu des points* x *est une courbe d'ordre* $2mn''(m'+2n')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n''mn'2 & u \\ u, & 2(m'+n')mn''\text{ [1]} & x \end{array}\right| \; 2mn''(m'+2n').$$

» III. *De chaque point θ de $U^{n'}$ on mène une tangente $\theta\theta'$ à $U^{n''}$, et des points* a, *où la tangente du point θ rencontre une courbe U_m, on mène des perpendiculaires à cette tangente :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $mn''(m'+n')$.

$$\left.\begin{array}{lll} \mathrm{IX}, & mn'n'' & \mathrm{IU} \\ \mathrm{IU}, & n''m'm & \mathrm{IX} \end{array}\right| \; mn''(m'+n').$$

» 2° *Les pieds des perpendiculaires sont sur une courbe d'ordre* $mn''(2m'+n')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n''m'm & u \\ u, & mn''(m'+n') & x \end{array}\right| \; mn''(2m'+n').$$

---

(1) *Comptes rendus*, 21 août 1876, théorème I.

» Chacun de ces deux théorèmes offre une application du théorème général.

» IV. *Du point* θ *de* $U^{n'}$ *on mène une tangente* $\theta\theta'$ *à* $U^{n''}$, *et du point de contact* θ' *des droites* θ'a *aux points* a, *où la tangente du point* θ *rencontre une courbe* U_m :

» 1° *Ces droites enveloppent une courbe de la classe* $m(m'm''+n'n'')$.

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & mn'n'' & IU \\ IU; & m''m'm & IX \end{array}\right| m(m'm''+n'n'').$$

» 2° *Les perpendiculaires aux droites* aθ', *menées du point* θ, *enveloppent une courbe de la classe* $m(m'm''+m'n''+n'n'')$.

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m'mn'' & IU \\ IU, & m(m'm''+n'n'') & IX \end{array}\right| m(m'm''+m'n''+n'n'').$$

» 3° *Les pieds de ces perpendiculaires sont situés sur une courbe de l'ordre* $m(2m'm''+m'n''+2n'n'')$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & m(m'm''+n'n'') & u \\ u, & m(m'm''+m'n''+n'n'') & x \end{array}\right| m(2m'm''+m'n''+2n'n'').$$

» Chacun de ces trois théorèmes offre, pour chacune des deux courbes $U^{n'}$, $U^{n''}$, un exemple de la loi annoncée.

» V. *Du point* θ *de* U^n *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $\theta\theta'$, *suivie d'une tangente* $\theta'\theta''$ *à une courbe* $U^{n''}$, *et l'on prend sur la tangente du point* θ *les deux segments* θx, *dont chacun fait avec la tangente* $\theta'\theta''$ *une longueur constante* $(\theta x+\theta'\theta''=\lambda)$: *le lieu des points* x *est d'ordre* $2[m(m'm''+m'n''+n'n'')+nn'n'']$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & nn'n''2 & u \\ u, & 2(m'm''+m'n''+n'n'')m\,(^1) & x \end{array}\right| 2[m(m'm''+m'n''+n'n'')+nn'n''].$$

» Dans cet exemple, la loi se trouve appliquée aux trois courbes, puisque m et n et aussi m' et n' n'y entrent qu'au premier degré, et de même m'' et n''.

» On conçoit que les questions dans lesquelles intervient la normale se résolvent par la même formule $(mf+nf_1)$, puisque la normale implique la tangente. Il en est de même des obliques sous des angles déterminés, ainsi que des bissectrices d'angles faits avec la tangente ou la normale, ou même avec une oblique. Voici quelques exemples de ces questions :

» VI. *La tangente en chaque point* θ *d'une courbe* $U^{n'}$ *rencontre une courbe* U_m

(1) *Comptes rendus*, 21 août 1876, théorème III.

en des points a : *les tangentes en ces points coupent la normale du point* θ *en des points dont le lieu est d'ordre* $(\mathrm{m}+\mathrm{n})\mathrm{m}'+\mathrm{nn}'$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & (m'+n')m & u & \\ u, & nn'. & x & mm'+mn'+nn'. \end{array}$$

» VII. *De chaque point* a *de* U_m *on mène une tangente* $a\theta$ *à une courbe* $U^{n'}$ *et une normale* $a\pi$ *à* $U^{n''}$, *et l'on prend sur la tangente* $a\theta$ *un segment* ax *faisant, avec la normale* $a\pi$, *une longueur constante* $(ax + a\pi = \lambda)$: *le lieu des points* x *est une courbe d'ordre* $4\mathrm{mn}'(\mathrm{m}''+\mathrm{n}'')$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & n'm(m''+n'')2 & u & \\ u, & n2(m''+n'')mn' & x & 4mn'(m''+n''). \end{array}$$

» VIII. *D'un point* x *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une normale* $x\pi$, *et à une courbe* $U^{n''}$ *une tangente* $x\theta'$, *qui rencontre une courbe* U_m *en des points* a : *on demande que la normale et un segment* xa *fassent une longueur constante* $(x\pi + xa = \lambda)$: *le lieu des points* x *est d'ordre* $4\mathrm{mn}''(\mathrm{m}'+\mathrm{n}')$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & (m'+n')4n''m & u & \\ u, & n''m(2m'+2n') & x & 6mn''(m'+n'). \end{array}$$

» Il y a $2mn''(m'+n')$ solutions étrangères dues au point x de l'infini. Il reste $4mn''(m'+n')$.

» IX. *Le lieu d'un point* x *d'où l'on mène à* U^n *une normale* $x\pi$ *et à* $U^{n'}$ *une tangente* $x\theta'$ *qui soit à la normale dans un rapport constant* $\left(\frac{x\pi}{x\theta'}=\lambda\right)$, *est une courbe d'ordre* $2(\mathrm{m}+\mathrm{n})(\mathrm{m}'+2\mathrm{n}')$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & (m+n)(2m'+2n') & u & \\ u, & n'(2m+2n) & x & 2(m+n)(m'+2n'). \end{array}$$

» X. *Le lieu d'un point* x *d'où l'on mène à* $U^{n'}$ *une normale* $x\pi$, *et à* $U^{n''}$ *une tangente* $x\theta'$, *ayant un rapport constant* $\left(\frac{x\pi}{x\theta'}=\lambda\right)$, *est une courbe de l'ordre* $2(\mathrm{m}+\mathrm{n})(\mathrm{m}'+\mathrm{n}')$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & (m+n)(2m'+2n') & u & \\ u, & n'(2m+2n) & x & 2(m+n)(m'+2n'). \end{array}$$

» Il y a $2n'(m+n)$ solutions étrangères dues au point x de L situé à l'infini. Il reste $2(m+n)(m'+n')$.

» XI. *D'un point* x *on mène une normale* $x\pi$ *à une courbe* $U^{m'}$, *et une tan-*

gente $x\theta'$ *à* $U^{n''}$, *puis, d'un point* a *où la normale* $x\pi$ *rencontre une courbe* U_m, *on mène une tangente* $a\theta''$ *à une courbe* $U^{n'''}$; *cette tangente doit être égale à la tangente* $x\theta'$ ($a\theta'' = x\theta'$) : *le lieu du point* x *est d'ordre*

$$2m(m'+n')[n''(m'''+n''')+n'''(m''+n'')]-2mm'n''m'''.$$

$$\left.\begin{matrix} x, & (m'+n')mn'''(2m''+2n'') & u \\ u, & n''(2m'''+2n''')m(m'+n') & x \end{matrix}\right| \; 2m(m'+n')[n''(m'''+n''')+n'''(m''+n'')].$$

» Il y a $2mm'n''m'''$ solutions étrangères dues au point x situé à l'infini.

» XII. *D'un point fixe* A *d'une droite* D *on mène une droite* $A\theta$ *à un point* θ *d'une courbe* U^n, *et la bissectrice de l'angle que cette droite fait avec la droite* D : *le point où cette bissectrice rencontre la tangente du point* θ *a pour lieu une courbe d'ordre* (m + n).

$$\left.\begin{matrix} x, & n & u \\ u, & m & x \end{matrix}\right| \; m+n.$$

» XIII. *D'un point fixe* A *on mène la droite* $A\theta$ *à un point* θ *de* $U^{n'}$; *la tangente en ce point* θ *rencontre une courbe* U_m *en un point* a; *on mène du point* A *une droite faisant avec* $A\theta$ *un angle dont la bissectrice soit* Aa : *cette droite rencontre la tangente* θa *en un point* x *dont le lieu est d'ordre* m(m' + n').

$$\left.\begin{matrix} x & n'm & u \\ u & (m'+n')m\,(\text{XII}) & x \end{matrix}\right| \; m(m'+2n').$$

» Il y a mn' solutions étrangères dues aux n' points x situés sur les tangentes $A\theta$ de $U^{n'}$. Il reste $m(m'+n')$. Donc, etc.

» XIV. *Par chaque point* θ *de* $U_n^{n'}$ *on mène une droite parallèle à une droite fixe et la bissectrice de l'angle que cette droite fait avec la tangente : cette bissectrice enveloppe une courbe de la classe* m + n.

$$\left.\begin{matrix} \text{IX}, & m & \text{IU} \\ \text{IU}, & n & \text{IX} \end{matrix}\right| \; m+n.$$

» XV. *D'un point* A *d'une droite* D, *on mène une droite* $A\theta$ *à chaque point d'une courbe* U_m, *puis une droite faisant avec cette première un angle dont la bissectrice soit la droite* D :

» 1° *Cette droite rencontre la tangente du point* θ *en un point* x *dont le lieu est une courbe d'ordre* m + n.

$$\left.\begin{matrix} x, & n & u \\ u. & m & x \end{matrix}\right| \; m+n.$$

» 2° *La perpendiculaire abaissée du point* x *sur la droite* $A\theta$ *enveloppe une courbe de la classe* $2m + n$.

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m+n & IU \\ IU, & m & IX \end{array}\right| 2m+n.$$

» 3° *Le pied de la perpendiculaire est sur une courbe de l'ordre* $3m + n$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & m & u \\ u, & 2m+n & x \end{array}\right| 3m+n.$$

» 4° *Une oblique abaissée du pied de cette perpendiculaire sur la tangente du point* θ *enveloppe une courbe de la classe* $3m + 2n$.

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & 3m+n & IU \\ IU, & n & IX \end{array}\right| 3m+2n.$$

» XVI. *De chaque point* a *de* U_m *on mène une tangente* $a\theta$ *à* $U^{n'}$, *suivie d'une tangente* $\theta\theta'$ *à une courbe* $U^{n''}$; *la droite* θa *enveloppe une courbe de la classe* $m(m'm'' + n'n'')$.

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m''m'm & IU \\ IU, & mn'n'' & IX \end{array}\right| m(m'm''+n'n'').$$

» XVII. *Par chaque point* θ *de* U^n *on mène une droite faisant avec la tangente un angle dont la bissectrice soit parallèle à une droite fixe : cette droite enveloppe une courbe de la classe* $(m + n)$, *qui a une tangente multiple d'ordre* m *à l'infini.*

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m & IU \\ IU, & n & IX \end{array}\right| (m+n).\ \text{Donc, etc.}$$

» XVIII. *Par chaque point* θ *d'une courbe* U^n *on mène une droite faisant avec la tangente en ce point un angle dont la bissectrice passe par un point fixe; ces droites enveloppent une courbe de la classe* $2m + n$.

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m & IU \\ IU, & m+n & IX \end{array}\right| 2m+n.$$

C'est-à-dire : IX coupe U_m en m points θ par lesquels on mène m droites θi, faisant avec la droite θO un angle égal à celui que cette droite θO fait avec la tangente. Donc m droites IU parallèles à ces droites θi. Une droite IU donne lieu à $(m + n)$ points θ pour lesquels un parallèle à IU fera avec la tangente du point θ un angle ayant pour bissectrice la droite θO. Donc $m + n$ droites IX. Donc $2m + n$ coïncidences de IX et IU. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles considérations sur la localisation des centres cérébraux régulateurs des mouvements coordonnés du langage écrit et du langage articulé;* par M. **Bouillaud** (suite).

Deuxième Partie. — *Division du corps de l'homme en deux côtés semblables, mais avec préséance du côté droit.*

« On sait que, sous le rapport des appareils de la vie dite *animale* (Bichat), le corps de l'homme est double, et que les deux moitiés dont il est composé, l'une droite, l'autre gauche, sont formées de parties semblables, de sorte que l'on a pu dire qu'il existait un homme droit et un homme gauche. Cette *dualité* de l'homme *physiologique* constitue même un grand caractère différentiel entre lui et l'homme *psychologique* ou *moral,* qui est essentiellement UN, et dont il serait vraiment absurde de dire qu'il est *droit* et *gauche*.

» Comme les autres organes de la vie animale, le cerveau est double, droit et gauche, et chacune de ses moitiés porte le nom d'*hémisphère*. Il ne pouvait en être autrement, puisque ce cerveau est précisément une sorte de centre où se rendent les nerfs des organes des sens qui sont doubles, et d'où partent les nerfs des organes des mouvements, soumis à l'empire de l'intelligence et de la volonté, qui sont également doubles.

» Cette dernière communication entre les deux côtés du corps et les deux côtés du cerveau a lieu de telle manière que c'est le côté gauche du cerveau qui communique avec le côté droit du corps, et que c'est le côté droit du cerveau qui communique avec le côté gauche du corps, ce qui s'opère par l'entrecroisement des faisceaux antérieurs de la moelle allongée, dont le droit se rend dans l'hémisphère gauche du cerveau, et dont le gauche se rend dans l'hémisphère droit.

» Bien que les deux côtés du corps, en ce qui concerne les mouvements, soient identiques, néanmoins, en raison d'une loi, vraiment préétablie, le côté droit, généralement, a sur le côté gauche la *préséance*. Voilà pourquoi, dans les actes mécaniques dont l'exécution peut s'accomplir par un seul côté, comme l'écriture par exemple, nous nous servons du côté droit, nous sommes *droitiers*. A cet égard, la *pétition de la main gauche,* se plaignant, par l'organe de Franklin, *de ce qu'on ne lui a rien appris et de ce qu'on a tout appris à sa sœur, la main droite,* est on ne peut mieux fondée. Toutefois, que faire contre un privilége dont la nature elle-même est l'auteur, et manifestement *inné?*

» Mais, si le côté droit du corps l'emporte ainsi sur le côté gauche en ce qui concerne les actes mécaniques, en est-il de même pour le cerveau? Cette question, jusqu'ici, n'a pas encore été sérieusement étudiée, et cependant elle en est bien digne. Avant de la résoudre, autant que nous le pourrons, par les faits, il n'est pas inutile de faire remarquer que, dans le cas où ce serait, en effet, le cerveau droit qui aurait la préséance sur le gauche, il s'ensuivrait, par une sorte de contradiction, que le côté le plus faible du corps serait mû par le côté le plus fort du cerveau, et le côté le plus fort du corps par le côté le plus faible du cerveau. Or, il faut rendre à la nature cette justice, que loin de procéder ainsi par voie de contradiction si flagrante et véritablement choquante, elle procède par une voie tout à fait opposée. Partant de cette prémisse, érigée en un principe, dont nous avons en quelque sorte pour garant le souverain législateur lui-même, ne nous serait-il pas permis de conclure, *a priori*, que l'hémisphère gauche du cerveau doit avoir la préséance sur le droit dans le même rapport que le côté droit du corps, au contraire, la possède sur le gauche, et que si nous sommes *droitiers* du corps, nous sommes *gauchers* du cerveau?

» En attendant que des recherches anatomiques et physiologiques aient décidé cette question, nous pouvons affirmer que les recherches cliniques, les plus exactes et les plus répétées, déposent en faveur de la préséance de l'hémisphère gauche du cerveau, du moins en ce qui concerne les mouvements du langage articulé. C'est là ce que nous allons démontrer dans la partie suivante de ce travail (¹).

TROISIÈME PARTIE. — *Localisation du centre nerveux régulateur des mouvements coordonnés du langage articulé.*

» Dans diverses Communications antérieures à celle-ci, j'ai déjà exposé les faits et les raisonnements d'après lesquels j'ai cru pouvoir établir que le centre nerveux dont il s'agit avait pour siége les lobes frontaux des hémisphères cérébraux. Cette localisation a été récemment combattue, dans un Mémoire *sur la fonction du langage et sur la pensée*, par M. le Dr Ed. Fournié, auteur d'un remarquable ouvrage sur le système nerveux cérébro-spinal.

» Il n'est pas possible, selon lui, *d'admettre que les conditions matérielles de la parole se trouvent localisées dans la troisième circonvolution du lobe frontal*

(¹) Parmi les médecins qui, les premiers, aient eu quelque idée de ce que j'appelle la *préséance* de l'hémisphère gauche du cerveau, il faut placer le Dr Dax père, de Sommières (Gard)

gauche, malgré l'exactitude et l'authenticité des faits d'anatomie pathologique sur lesquels cette manière de voir est établie.

» Ce n'est pas dans ces termes que j'ai formulé ma localisation, et je ne suis en quelque sorte responsable que de ma propre formule, qui, j'ose l'espérer, sortira victorieuse de la nouvelle opposition qui lui est déclarée, par un observateur d'ailleurs si compétent. Voici maintenant ma réponse aux diverses objections de M. le Dr Fournié.

» *Première objection.* — La perte de la parole par la lésion d'un seul côté du cerveau ne prouve pas que la parole soit localisée dans ce côté; elle prouve que les deux côtés sont absolument indispensables à la formation de la parole. Lorsque le mécanisme selon lequel se produit la parole est réduit à la moitié de ses rouages par la lésion d'un hémisphère, l'ensemble du mécanisme s'arrête.

» *Réponse.* — La formule que j'ai proposée, soit en 1825, soit plus tard, ne suppose pas que la perte de la parole, par lésion d'un seul côté du cerveau, soit une preuve que la parole a pour siége ce côté seul. Cette formule, au contraire, porte positivement que le principe législateur ou coordinateur des mouvements du langage articulé réside dans les *lobes antérieurs du cerveau.* Mais, si la perte de la parole, par lésion d'un seul côté du cerveau, ne *prouve pas que la parole soit localisée dans ce coté,* elle prouve encore moins *que les deux côtés sont absolument indispensables à la parole,* puisqu'il est des cas innombrables dans lesquels la parole est conservée bien qu'un des côtés du cerveau soit profondément lésé. Alors donc que *le mécanisme selon lequel se produit la parole est réduit à la moitié de ses rouages par la lésion d'un hémisphère, l'ensemble du mécanisme ne s'arrête plus*, mais, au contraire, continue.

» *Deuxième objection.* — Si les phénomènes de sensibilité et de mémoire peuvent se suppléer dans les deux hémisphères, il n'en est pas de même des phénomènes excito-moteurs, qui, des deux côtés, ont un rôle analogue, mais distinct quant au siége du résultat obtenu; d'où il suit que, dans tout fonctionnement qui provoque le mouvement de deux parties symétriques du corps, les deux hémisphères seront nécessairement en jeu, et si l'un d'eux vient à être lésé, le fonctionnement ne s'accomplira pas.

» *Réponse.* — Il est vrai que les phénomènes excito-moteurs ont, des deux côtés du cerveau, un rôle analogue, mais distinct quant au siége du résultat obtenu.

Mais ils ne s'ensuit pas que les deux hémisphères doivent être néces-

sairement en jeu pour que le résultat soit obtenu, attendu que ce résultat, c'est-à-dire la parole ou voix articulée, s'accomplit, au contraire, parfaitement par une seule des deux moitiés symétriques du corps qui lui sont consacrées. D'où il suit, contrairement à l'opinion de M. Fournié, que, si l'un des deux hémisphères du cerveau vient à être lésé, le fonctionnement du langage articulé ne cessera pas toujours de s'accomplir. Il y a plus, c'est que, en règle générale, comme nous l'avons dit plus haut, lorsque la lésion portera exclusivement sur l'hémisphère droit, ce fonctionnement n'en continuera pas moins.

» Ici l'erreur de M. le D[r] Ed. Fournié provient uniquement d'avoir fait une application malheureuse d'un principe, d'ailleurs avéré, savoir que, dans les cas où deux parties symétriques du corps participent *nécessairement* à un mouvement donné, les deux hémisphères du cerveau qui président à ce mouvement seront aussi nécessairement en jeu.

» *Troisième objection.* — Les conditions matérielles de la parole, *considérée comme phénomène sensible,* se trouvent dans les deux hémisphères.

» *Réponse.* — La parole ainsi considérée est celle que j'ai désignée sous le nom de *parole intérieure,* et qui concerne toutes les choses relatives aux *mots,* à leur mémoire en particulier, et aussi à la mémoire des mouvements nécessaires à leur prononciation. Je ne discuterai point l'assertion de M. Ed. Fournié, relative à cet élément *intellectuel* de la parole, qui mérite, à lui seul, une étude spéciale, mais dont je ne m'occupe pas ici.

» *Quatrième objection.* — Les conditions matérielles de la parole, considérée comme phénomène de mouvement, se trouvent indispensablement dans les deux côtés du cerveau.

» *Réponse.* — Nous avons suffisamment démontré plus haut que l'action simultanée des deux lobes frontaux du cerveau n'était pas indispensable pour la fonction du langage articulé.

S'il est des cas dans lesquels M. le D[r] Ed. Fournié a formellement constaté que les deux côtés du cerveau participaient à ce phénomène, qu'il veuille bien les publier; nous les examinerons, et nous serons des premiers à les admettre, s'ils sont conformes à la vérité.

» *Cinquième objection.* — Contrairement à l'opinion de MM. Broca et Bouillaud, il n'est pas possible d'admettre que les conditions matérielles de la parole se trouvent localisées dans la troisième circonvolution du lobe frontal gauche, malgré l'exactitude et l'authenticité des faits d'Anatomie pathologique sur lesquels cette manière de voir est établie.

» *Réponse.* — Ma manière de voir personnelle n'est pas, je le répète, telle que M. Ed. Fournié la formule ici. On a pu s'en convaincre par tout ce que j'ai dit dans le travail que je communique à l'Académie. Cette manière de voir c'est que les lobes antérieurs du cerveau président aux mouvements nécessaires au langage articulé; c'est que, d'après un grand nombre de faits exactement observés, il suffit d'un seul lobule pour présider à ces mouvements, et que, en règle générale, le lobe gauche en est chargé, mais que le lobe droit n'en reste pas moins apte à les régir, ainsi qu'il arrive effectivement dans un certain nombre de cas que j'ai spécifiés.

» Cette heureuse faculté, que possèdent les deux moitiés du corps de pouvoir se remplacer l'une l'autre pour l'exercice d'un certain nombre de fonctions, ne constitue-t-elle pas une sorte de précaution providentielle pour les cas dans lesquels l'une d'elles se trouve frappée d'impuissance? N'est-ce pas un nouvel exemple de ces grandes et sages lois de la nature, dont la contemplation procure à notre esprit de douces et nobles jouissances, qui ne sauraient être nulle part mieux connues que dans ces lieux, où, si j'ose le dire, la divine Minerve est toujours présente?

» Cet esprit lui-même, quel qu'il soit dans son essence, qu'il ne nous appartient pas de sonder, ne peut, comme nous venons de le voir, se passer de l'intervention du cerveau, dans l'accomplissement des trois opérations fondamentales, connues sous les noms de *parole*, *écriture* et *lecture*. Chacun d'eux y joue son rôle propre et distinct, l'un à titre d'agent *psychologique*, l'autre à titre d'agent *physiologique*. A l'esprit, l'intelligence, les *pensées*, et les *mots* qui en sont les signes. Au cerveau, l'action ou la fonction par laquelle sont excités ou mis en jeu les mouvements au moyen desquels les mots sont *prononcés*, *écrits*, *lus*.

» Or, comme la parole, l'écriture et la lecture sont les trois grands moyens par lesquels les pensées s'expriment, et par lesquels s'établissent ainsi entre les hommes leurs relations intellectuelles et morales de toute espèce, on peut affirmer qu'il suffirait, pour changer en quelque sorte la face du monde civilisé, de l'abolition complète de la fonction au moyen de laquelle la portion frontale ou antérieure du cerveau concourt à l'exercice de la parole, de l'écriture et de la lecture. Qu'on dise après cela que le front de l'homme n'est pas une chose glorieuse, et n'est pas fait en quelque sorte pour porter la couronne du règne animal! »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note sur la reproduction par la Photographie des « grains de riz » de la surface solaire;* par M. J. JANSSEN.

« L'Académie sait que, à l'Observatoire de Meudon, on s'occupe, en outre de l'application régulière des méthodes que possède aujourd'hui l'Astronomie physique, du perfectionnement des méthodes existantes et de la recherche de procédés nouveaux.

» Touchant ce dernier ordre de travaux, j'ai le plaisir d'annoncer à l'Académie que nous sommes actuellement parvenus à obtenir, sur nos photographies solaires de 30 centimètres, la reproduction de ces délicats phénomènes de la photosphère qu'on appelle les *grains de riz*. C'est par l'application d'un temps de pose très-court, combiné avec un développement énergique, qu'on est parvenu à cet important résultat.

» Je me contente aujourd'hui d'annoncer le fait, dont témoigne du reste la photographie que j'ai l'honneur de placer sous les yeux de nos confrères, me réservant de donner les détails nécessaires sur un résultat qui offrira aux astronomes des éléments nouveaux d'investigation des mouvements de la surface du Soleil.

» Bientôt je compléterai également ma pensée sur l'activité solaire, dans ses rapports avec les périodes de maximum et de minimum. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un exemple de réduction d'intégrales abéliennes aux fonctions elliptiques* [1]; par M. A. CAYLEY.

« Les valeurs de $x+y$, xy donnent sans beaucoup de peine celles de a, b, c, d, e; mais les réductions pour obtenir les valeurs des dix fonctions ab, ..., de sont très-pénibles; je donne seulement les résultats. Ces valeurs sont

$$\begin{aligned}
\sqrt{\mathrm{a}} &= \frac{i}{ab\xi'}\cdot \gamma\sigma_1\delta_1 && - \gamma_1\sigma\delta,\\
\sqrt{\mathrm{b}} &= \frac{c}{\sqrt{ab\xi'}}\cdot -k'\sigma\gamma_1\delta_1 && + l'\sigma_1\gamma\delta,\\
\sqrt{\mathrm{c}} &= \frac{c}{\sqrt{b\xi'}}\cdot l\delta\sigma_1\gamma_1 && - k\delta_1\sigma\gamma,\\
\sqrt{\mathrm{d}} &= \frac{c}{\sqrt{a\xi'}}\cdot l\delta\sigma\gamma_1 && + k\delta_1\sigma\gamma,\\
\sqrt{\mathrm{e}} &= \frac{c}{\xi'}\cdot k'\sigma\gamma_1\delta_1 && + l'\sigma_1\gamma\delta,
\end{aligned}$$

---

[1] Voir p. 265 de ce volume.

où

$$\xi' = \gamma\sigma_1\delta_1 + \gamma_1\sigma\delta,$$

et puis

$$\sqrt{ab} = \frac{c}{\xi'} \cdot \gamma\gamma_1\delta\delta_1 - k'l'\sigma\sigma_1,$$

$$\sqrt{ac} = \frac{c}{\xi'(l\delta\sigma_1\gamma_1 - k\delta_1\sigma\gamma)} \cdot k(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta - l(k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1,$$

$$\sqrt{ad} = \frac{c}{\xi'(l\delta\sigma_1\gamma_1 + k\delta_1\sigma\gamma)} \cdot k(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta + l(k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1,$$

$$\sqrt{ae} = \frac{c}{\xi'(k'\sigma\gamma_1\delta_1 + l'\sigma_1\gamma\delta)} \cdot k'(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta + l'(k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1,$$

$$\sqrt{bc} = \frac{\frac{1}{2}c^2}{\xi'} \cdot k'\delta_1^2 + l'\delta^2 - kl(k'\sigma^2\gamma_1^2 + l'\sigma_1^2\gamma^2),$$

$$\sqrt{bd} = \frac{\frac{1}{2}c^2}{\xi'} \cdot k'\delta_1^2 + l'\delta^2 + kl(k'\sigma^2\gamma_1^2 + l'\sigma_1^2\gamma^2);$$

$$\sqrt{be} = \frac{c}{\xi'} \cdot -\sigma\sigma_1\delta\delta_1 - \gamma\gamma_1,$$

$$\sqrt{cd} = \frac{c}{\xi'} \cdot -\sigma\sigma_1\delta\delta_1 + \gamma\gamma_1,$$

$$\sqrt{ce} = \frac{c}{\xi'} \cdot 1 - \frac{1+a}{c\sqrt{a}}k\sigma^2 - \frac{1+a}{c\sqrt{a}}l\sigma_1^2 + kl\sigma^2\sigma_1^2,$$

$$\sqrt{de} = \frac{c}{\xi'} \cdot 1 - \frac{1+b}{c\sqrt{b}}k\sigma^2 + \frac{1+b}{c\sqrt{b}}l\sigma_1^2 - kl\sigma^2\sigma_1^2,$$

et au moyen de ces équations j'obtiens pour A, B, C les valeurs

$$A\nabla = \frac{1}{2\sqrt{ab}}(-U + W),$$

$$B\nabla = \frac{1}{2c}V,$$

$$C\nabla = \frac{1}{2}(-U - W),$$

où

$$U = l'\delta^2(\delta\sigma_1\gamma_1 + \delta_1\sigma\gamma) + k'\sigma^2\gamma_1^2(l^2\delta\sigma_1\gamma_1 + k^2\delta_1\sigma\gamma),$$

$$W = k'\delta_1^2(\delta\sigma_1\gamma_1 + \delta_1\sigma\gamma) + l'\sigma_1^2\gamma^2(l^2\delta\sigma_1\gamma_1 + k^2\delta_1\sigma\gamma),$$

$$V = 2[(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta + (k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1],$$

$$\nabla = (k'\sigma\gamma_1\delta_1 + l'\sigma_1\gamma\delta)(l\delta\sigma_1\gamma_1 - k\delta_1\sigma\gamma)(l\delta\sigma_1\gamma_1 + k\delta_1\sigma\gamma);$$

et de là aussi

$$-\mathrm{U}+\mathrm{W}=-\frac{2\sqrt{ab}}{c}(\delta\delta_1\gamma\gamma_1-k'l'\sigma\sigma_1)(\gamma\sigma_1\delta_1+\gamma_1\sigma\delta),$$

$$\mathrm{U}+\mathrm{W}=\frac{2}{c}(\{1+l^2\sigma^2\sigma_1^2-\sqrt{ab}[(1+k'l')\sigma^2-l^2\sigma_1^2]\}\delta\sigma_1\gamma_1$$
$$+\{1-k^2\sigma^2\sigma_1^2+\sqrt{ab}[(1+k'l')\sigma_1^2-k^2\sigma^2]\}\delta_1\sigma\gamma).$$

» En admettant l'équation $\frac{dx}{\sqrt{\mathrm{X}}}+\frac{dy}{\sqrt{\mathrm{Y}}}=-\frac{2}{c}(du+dv)$, on obtient sans peine les relations

$$\mathrm{A}\xi=\frac{c}{x-y}\left(\frac{x^2-x}{\sqrt{\mathrm{X}}}-\frac{y^2-y}{\sqrt{\mathrm{Y}}}\right),$$

$$\mathrm{B}\frac{\xi^2}{\eta}=\frac{c}{x-y}\left(\frac{x}{\sqrt{\mathrm{X}}}-\frac{y}{\sqrt{\mathrm{Y}}}\right),$$

$$\mathrm{C}\frac{\xi^2}{\zeta}=\frac{c}{x-y}\left(\frac{-x+1}{\sqrt{\mathrm{X}}}-\frac{-y+1}{\sqrt{\mathrm{Y}}}\right),$$

et, en multipliant par $c^2\delta\delta_1(\sigma^2-\sigma_1^2)\sqrt{\mathrm{XY}},=\frac{c^4ab\,\eta\zeta\delta\delta_1(\sigma^2-\sigma_1^2)}{\xi^5}\nabla$, et dans les seconds membres au lieu de $c^2\delta\delta_1(\sigma^2-\sigma_1^2)\sqrt{\mathrm{X}}$, $c^2\delta\delta_1(\sigma^2-\sigma_1^2)\sqrt{\mathrm{Y}}$, substituant les valeurs $\mathrm{P}x^3+\mathrm{Q}x^2+\mathrm{R}x+\mathrm{S}$, $\mathrm{P}y^3+\mathrm{Q}y^2+\mathrm{R}y+\mathrm{S}$, on obtient, après quelques réductions simples, les équations

$$\mathrm{C}^4ab\,\delta\delta_1(\sigma^2-\sigma_1^2)\nabla\mathrm{A}=ab\sigma\sigma_1\xi\eta\zeta-\sigma\sigma_1\xi^2\eta+c^2\gamma\gamma_1\xi^2\zeta,$$

$$\text{»}\qquad\nabla\mathrm{B}=ab\sigma\sigma_1\zeta(\xi^2+\zeta^2-\eta^2)+\sigma\sigma_1\xi^3-\mathrm{Q}\xi\zeta,$$

$$\text{»}\qquad\nabla\mathrm{C}=ab\sigma\sigma_1\eta(-2\xi^2-\zeta^2+\eta^2)+\mathrm{Q}\xi\eta-c^2\gamma\gamma_1\xi^3,$$

lesquelles satisfont, comme cela doit être, à la condition $\mathrm{A}\xi+\mathrm{B}\eta+\mathrm{C}\zeta=0$. Réciproquement, en vérifiant ces identités, ce qui est assez pénible, on obtient une démonstration de l'équation différentielle

$$\frac{dx}{\sqrt{\mathrm{X}}}+\frac{dy}{\sqrt{\mathrm{Y}}}=-\frac{2}{c}(du+dv).$$

» En écrivant, pour plus de simplicité,

$$\mathrm{A}\nabla=-\frac{1}{c}\mathfrak{A}'\xi',\quad \mathrm{B}\nabla=\frac{1}{c}\mathfrak{B},\quad \mathrm{C}\nabla=-\frac{1}{c}\mathfrak{C},$$

les valeurs de $\mathfrak{A}'$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$ sont

$$\mathfrak{A}'=\gamma\gamma_1\delta\delta_1-k'l'\sigma\sigma_1,$$

$$\mathfrak{B}=(l'^2+l^2\gamma^4)\sigma\gamma\delta+(k'^2+k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1,$$

$$\mathfrak{C}=\{1-l^2\sigma^2\sigma_1^2-\sqrt{ab}[(1+k'l')\sigma^2-l^2\sigma_1^2]\}\delta\sigma_1\gamma_1$$
$$+\{1-k^2\sigma^2\sigma_1^2+\sqrt{ab}[(1+k'l')\sigma_1^2-k^2\sigma^2]\}\delta_1\sigma\gamma$$

et des trois équations pour $A\xi$, $B\frac{\xi^2}{\eta}$, $C\frac{\xi^2}{\zeta}$, on déduit

$$-\frac{\mathfrak{A}'}{\sqrt{ab}}+B\eta\zeta=\Omega\left(\frac{x^2}{\sqrt{X}}-\frac{y^2}{\sqrt{Y}}\right),$$

$$B\zeta\ =\Omega\left(\frac{x}{\sqrt{X}}-\frac{y}{\sqrt{Y}}\right),$$

$$-\mathfrak{C}\eta+B\zeta\ =\Omega\left(\frac{1}{\sqrt{X}}-\frac{1}{\sqrt{Y}}\right).$$

ou

$$\Omega\ =\frac{c^2\nabla\eta\zeta}{ab\xi'(x-y)};$$

et c'est au moyen de ces équations que j'ai trouvé les valeurs ci-dessus données pour $\sqrt{\mathrm{ab}}$, $\sqrt{\mathrm{ac}},\ldots$; on a, par exemple,

$$\sqrt{\mathrm{ab}}=\frac{\sqrt{X}\sqrt{Y}}{\sqrt{\mathrm{a}}\sqrt{\mathrm{b}}(x-y)}\left(\frac{x-x^2}{\sqrt{X}}-\frac{y-y^2}{\sqrt{Y}}\right)=\frac{\sqrt{X}\sqrt{Y}}{\sqrt{\mathrm{a}}\sqrt{\mathrm{b}}(x-y)\,\Omega}\,\frac{\mathfrak{A}'\eta\zeta}{\sqrt{ab}},$$

ce qui se réduit sans peine à $\sqrt{\mathrm{ab}}=\frac{c}{\xi'}\mathfrak{A}'$. Les dix fonctions contiennent de cette manière les facteurs suivants :

$$\begin{array}{ll}
\sqrt{\mathrm{ab}}, & \mathfrak{A}', \\
\sqrt{\mathrm{ac}}, & (1+a)\,\mathfrak{B}-\sqrt{\frac{a}{b}}\,\mathfrak{A}'\eta, \\
\sqrt{\mathrm{ad}}, & (1+b)\,\mathfrak{B}-\sqrt{\frac{a}{b}}\,\mathfrak{A}'\eta, \\
\sqrt{\mathrm{ae}}, & (1-ab)\,\mathfrak{B}+\sqrt{ab}\,\mathfrak{A}'\eta, \\
\sqrt{\mathrm{bc}}, & -\mathfrak{C}+\sqrt{\frac{a}{b}}\,\mathfrak{A}'\zeta, \\
\sqrt{\mathrm{bd}}, & -\mathfrak{C}+\sqrt{\frac{b}{a}}\,\mathfrak{A}'\zeta', \\
\sqrt{\mathrm{be}}, & -\mathfrak{C}-\sqrt{ab}\,\mathfrak{A}'\zeta, \\
\sqrt{\mathrm{cd}}, & \frac{1}{c}(-\sqrt{ab}\,\eta\zeta\mathfrak{A}'+c^2\mathfrak{B}\zeta-\mathfrak{C}\eta), \\
\sqrt{\mathrm{ce}}, & \frac{1}{c}a\left[\sqrt{ab}\,\eta+\mathfrak{A}'\zeta(1+a)(1-ab)\,\mathfrak{B}\zeta-\mathfrak{C}\eta\right], \\
\sqrt{\mathrm{de}}, & \frac{1}{c}\left[b\sqrt{ab}\,\eta\zeta\mathfrak{A}'+(1+b)(1-ab)\,\mathfrak{H}\zeta-\mathfrak{C}\eta\right],
\end{array}$$

mais il y a des dénominateurs variables qui contiennent des facteurs dont quelques-uns divisent les numérateurs, et la réduction aux formes ci-dessus données m'a coûté assez de peine. »

PHYSIQUE. — *Sur les meilleures conditions d'emploi des galvanomètres.* Note de M. **Th. du Moncel.**

« L'usage fréquent et prolongé que j'ai dû faire des galvanomètres sensibles dans les diverses études que j'ai entreprises sur les corps médiocrement conducteurs m'a fait rechercher les meilleures conditions de leur emploi, et j'ai pu me convaincre que, conformément à ce que j'avais déjà avancé à ce sujet et par suite d'une mauvaise interprétation qu'on a donnée aux lois de maxima déduites des formules d'Ohm, les expérimentateurs étaient généralement loin de se placer dans les meilleures conditions d'observation.

» Dans plusieurs Notes que j'ai déjà communiquées à l'Académie dans ses séances des 10 février, 12 mai, 9 juin et 4 août 1873, et qui avaient du reste suivi un travail considérable sur cette matière, entrepris en 1870 et publié en 1871, j'ai traité cette question au point de vue mathématique, et mes conclusions avaient même provoqué une discussion qui s'est terminée par une Note de mon contradicteur dans laquelle les conditions de maxima déterminées par lui sont exactement celles que j'ai résumées dans ma Note du 12 mai 1873 (¹). Depuis cette époque, d'autres recherches ont été entreprises sur cette question par plusieurs savants, entre autres par MM. Weber, Winter, Schwendler, mais jamais au point de vue où je m'étais placé, et qui est pourtant celui qu'on doit considérer principalement, comme on va le voir par le travail que j'envoie aujourd'hui et qui, étant cette fois purement expérimental, pourra montrer définitivement la vérité de mes déductions.

» La première conclusion que j'avais déduite du calcul était que, si l'on fait figurer dans les formules d'Ohm exprimant le moment magnétique d'un galvanomètre tous les éléments de calculs auxquels on doit avoir égard pour obtenir la longueur, la grosseur ou le diamètre du fil de l'hélice du multiplicateur et le nombre de ses tours de spires, *la résistance* R *du circuit extérieur la plus favorable à l'emploi d'un galvanomètre donné doit être beaucoup moindre que celle* H *qui représente la résistance de son multiplicateur, et doit avoir pour expression* $\frac{\pi b a^2}{g^2}$, *alors que celle du multiplicateur a pour valeur* $\frac{ab}{g^2}[(a+c)\pi + 2d]$; ce qui fait que cette dernière est à la première comme

(¹) Voir la Note de M. Raynaud insérée aux *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1303, et celle du même auteur insérée dans les *Annales télégraphiques*, t. IV, p. 214.

$\frac{\pi(a+c)+2d}{\pi a}:1$, ou comme $1+\frac{a}{c}:1$ [1], quand le multiplicateur a son cadre circulaire. Pour arriver à cette conclusion, je supposais le fil de grosseur constante, et je n'admettais de variable que l'épaisseur des couches de spires, ce qui revenait à supposer un enroulement plus ou moins prolongé du fil de l'hélice. Quand je supposais les dimensions du galvanomètre invariables et que je prenais pour *variable* le diamètre du fil, j'arrivais naturellement aux conditions de maxima généralement admises. Si l'on considère qu'avec les galvanomètres sensibles de Ruhmkorff, dont les valeurs numériques des quantités a, b, c, d, g sont $a = 0^m,04$; $b = 0,45$; $c = 0,004$; $d = 0,05$; $g = 0^m,00025$, le rapport entre les deux résistances R et H doit être, d'après la formule précédente, 1,9, pour le multiplicateur le plus résistant, et 2,425 pour le multiplicateur le moins résistant, on comprend que la question méritait bien certainement d'être prise en considération. Il s'agissait toutefois de démontrer expérimentalement la vérité de cette déduction.

» Pour effectuer cette vérification avec les galvanomètres sensibles, les seuls pour lesquels la question présente de l'intérêt, en raison du choix que l'on doit faire, suivant les cas, de l'un ou l'autre des trois multiplicateurs superposés dont ils sont pourvus, il m'a fallu recourir à un électromoteur extrêmement faible et présentant une assez grande résistance, afin que les indications fussent relativement constantes et facilement appréciables. J'ai, en conséquence, composé cet électromoteur avec deux bouts de fils métalliques (*fer et cuivre*) de $0^m,0008$ de diamètre, plongés dans de l'eau de pluie. Ces fils étaient séparés par un diaphragme en papier qui, après les avoir enveloppés extérieurement, permettait de ligaturer le tout avec du fil, et d'en faire un petit faisceau dont les éléments métalliques avaient une position respective invariable. L'un de ces fils était constitué par le bout dénudé d'un fil de cuivre recouvert de gutta-percha, l'autre par un fil de fer assez long pour que sa jonction avec le second rhéophore pût se faire en dehors du liquide. Ces deux rhéophores étaient d'ailleurs tordus ensemble, de manière à former une sorte de sonde ou de fusée de mine.

---

[1] Dans ces formules a représente l'épaisseur des couches de spires de l'hélice du multiplicateur; b la largeur du cadre de celui-ci; c l'épaisseur du cadre galvanométrique à l'intérieur duquel est suspendue l'aiguille et sur lequel est enroulée l'hélice; g le diamètre du fil enroulé y compris sa couverture isolante; d la distance séparant les deux parties courbes du cadre galvanométrique; t les nombres des tours de spires; H la longueur du fil de l'hélice; R la résistance du circuit extérieur y compris celle de la pile.

» Quand l'appareil était immergé pendant une heure environ, sa résistance intérieure, mesurée au galvanomètre différentiel avec un courant faible, et en partant de la formule $\rho = \frac{2RR'}{R+R'}$, que j'ai posée pour ces sortes de mesures ([1]), était de 272 kilomètres de fil télégraphique, et sa force électromotrice, rapportée à celle de l'élément Daniell, était représentée par 0,056, soit environ $\frac{1}{18}$ de la force électromotrice de ce dernier élément.

» D'un autre côté, mon galvanomètre, construit avec un soin extrême par M. Ruhmkorff, avait son multiplicateur composé, comme je l'ai dit, de deux hélices superposées, ayant, l'une une résistance de 237 kilomètres, l'autre une résistance de 496 kilomètres, et les deux hélices réunies formaient une résistance totale de 733 kilomètres. Or voici les résultats que j'ai obtenus, en introduisant d'abord dans le circuit de l'électromoteur décrit précédemment différentes résistances, et en répétant alternativement les expériences afin d'obtenir des moyens de contrôle :

Résistances du circuit extérieur.	Multiplicateur de 237^{km}.	Multiplicateur de 733^{km}.
Avec $272^{km} + 1^{km}$	$I = 74^{\circ}\frac{1}{2}$	$I' = 80^{\circ}\frac{1}{2}$
Contre-épreuve	$I = 74\frac{1}{2}$	$I' = 80\frac{1}{2}$
Avec $272^{km} + 64^{km}$	$I = 73$	$I' = 80$
Contre-épreuve	$I = 73$	$I' = 80$
Avec $272^{km} + 320^{km}$	$I = 70$	$I' = 78$
Contre-épreuve	$I = 70\frac{1}{2}$	$I' = 78\frac{1}{2}$
Avec $272^{km} + 832^{km}$	$I = 69$	$I' = 77$
Contre-épreuve	$I = 69\frac{1}{2}$	$I' = 77\frac{1}{2}$

» On voit que l'avantage reste toujours au multiplicateur le plus résistant, même quand le circuit extérieur représente à peu près la propre résistance du multiplicateur le moins résistant. Il est vrai que, d'après les formules que j'ai posées précédemment, la résistance du circuit extérieur correspondant à l'effet maximum du multiplicateur de 237 kilomètres est 98 kilomètres. et celle qui se rapporte au multiplicateur de 733 kilomètres est de 386 kilomètres; or 237 kilomètres est plus rapproché de 386 que de 98. Il aurait été intéressant de suivre l'expérience jusqu'au moment où la sensibilité des deux galvanomètres aurait été la même; mais, comme la

---

([1]) *Voir* ma dernière Note *Sur les transmissions électriques à travers le sol* (*Comptes rendus* de 1876, t. LXXXIII).

résistance minima du circuit extérieur n'était guère représentée que par celle de l'électromoteur et que je ne pouvais la diminuer sans rendre les déviations impossibles à constater, j'ai dû me contenter provisoirement de ces résultats pour les circuits simples; mais nous allons voir que le problème a pu être résolu facilement avec les circuits dérivés.

» Dans ma Note du 4 août 1873, j'ai démontré que, si un circuit R se divisait en un point de son parcours et constituait deux déviations de résistance l et u sur l'une desquelles (l) était interposé un galvanomètre, le maximum de sensibilité de ce galvanomètre répondait à l'équation

$$l + \frac{Ru}{R+u} = \frac{\pi ba^2}{g^2},$$

du moins quand on ne prenait en considération que la longueur du fil enroulé sur son multiplicateur et qu'on supposait le diamètre de ce fil invariable. Cette équation signifie, en langage ordinaire, que, *sur les circuits dérivés, le maximum de sensibilité du galvanomètre se produit quand la résistance totale du circuit extérieur, en dehors du galvanomètre, est inférieure à celle du multiplicateur dans le rapport de* 1 *à* $\frac{\pi(a+c)+2d}{\pi a}$ *ou, ce qui revient au même, la dépasse d'une quantité représentée par* $\frac{f^2ab}{qg^4}(\pi c + 2d)$; mais ici la résistance *totale* du circuit extérieur doit être considérée *en sens inverse* et à partir du galvanomètre, *comme si celui-ci représentait le générateur électrique*.

» Pour vérifier cette déduction par l'expérience, j'ai interposé dans le circuit du générateur décrit précédemment un rhéostat, et j'en ai placé un second dans une dérivation joignant les deux extrémités du fil de mon galvanomètre. Dans ces conditions, la résistance R de la formule précédente était constituée par le circuit de l'électromoteur, et la résistance u par la dérivation. La résistance l ne pouvait figurer dans les calculs, puisque les points de bifurcation des deux dérivations correspondaient aux deux extrémités du fil galvanométrique. En faisant varier les résistances u et R, je pouvais toujours combiner une résistance *totale* égale, inférieure ou supérieure à la résistance de mon multiplicateur le moins résistant, c'est-à-dire à 237 kilomètres, et il me suffisait pour cela, R étant donné, de calculer u au moyen de la formule $u = \frac{RH}{R-H}$, H représentant la résistance du multiplicateur. Or voici les résultats que j'ai obtenus, en prenant toutes les précautions nécessaires pour ne pas faire varier les

conditions des expériences :

Dérivations.	Résistance totale.	Multiplicateur de 237^{km}.	Multiplicateur de 733^{km}.
$R = 896^{km} + 272^{km}$	237^{km}	$I = 49°$	$I' = 52°$
$u = 297$		$48\frac{1}{2}$ (contrôle).	51 (contrôle).
$R = 256 + 272$	237	$I = 55$	$I' = 60$
$u = 430$		54 (contrôle).	59 (contrôle).

» On voit, d'après ces chiffres, que, conformément à la déduction mathématique que j'avais tirée, le multiplicateur le plus résistant conserve l'avantage, même quand la résistance totale du circuit, extérieurement au galvanomètre, est égale à celle du multiplicateur le moins résistant, et que c'est bien au-dessous de cette résistance que la supériorité de ce dernier multiplicateur se manifeste.

» Comme, avec le système des dérivations, je pouvais faire varier entre des limites très-étendues les résistances du circuit extérieur, j'ai voulu voir à quel chiffre de résistance de ce circuit correspondrait l'égalité de sensibilité des deux multiplicateurs, et voici les nouvelles expériences que j'ai entreprises à cet effet, avec le même électromoteur, mais un peu affaibli :

Dérivations.	Résistance totale.	Multiplicateur de 237^{km}.	Multiplicateur de 733^{km}.
$R = 512^{km} + 272^{km}$	78^{km}	$I = 27°\frac{1}{2}$	$I' = 24°\frac{1}{2}$
$u = 86$		$27\frac{3}{4}$ (contrôle).	$24\frac{1}{2}$ (contrôle).
$R = 512 + 272$	110	$I = 32\frac{1}{2}$	$I' = 30$
$u = 128$		33 (contrôle).	30 (contrôle).
$R = 512 + 272$	160	$I = 36\frac{1}{4}$	$I' = 36\frac{1}{4}$
$u = 200$		$36\frac{1}{2}$ (contrôle).	$36\frac{1}{2}$ (contrôle).
$R = 512 + 272$	193	$I = 40$	$I' = 41\frac{1}{4}$
$u = 256$		$40\frac{1}{4}$ (contrôle).	$41\frac{1}{2}$ (contrôle).
$R = 512 + 272$	309	$I = 46$	$I' = 51$
$u = 512$		46 (contrôle).	51 (contrôle).
$R = 256 + 272$	145	$I = 36$	$I' = 35\frac{1}{4}$
$u = 200$		36 (contrôle).	36 (contrôle).

» On voit, d'après ce tableau, que c'est avec les résistances totales de 160 kilomètres et 145 kilomètres, suivant la valeur de R, que les multiplicateurs se trouvent avoir la même sensibilité, et ces résistances sont inférieures à celles du multiplicateur le moins résistant de près de moitié. Toutefois il faut considérer que ces chiffres de résistance ne peuvent être ceux qui correspondent au maximum de sensibilité du multiplicateur le moins résistant, puisqu'ils représentent par rapport à lui une *limite de maxima* et en

même temps une *limite de minima* pour le multiplicateur le plus résistant. Nous avons vu, en effet, que les résistances correspondant aux maxima de ces deux multiplicateurs sont 98 kilomètres et 386 kilomètres, et c'est entre elles que doit naturellement se trouver la résistance *limite* dont il vient d'être question, et qui doit être à peu près moyenne proportionnelle entre les deux nombres précédents. C'est effectivement ce qui a lieu, puisque la moyenne proportionnelle entre 98 et 386 est 193.

» On remarquera encore, dans le tableau qui précède, que des variations considérables dans la dérivation R affectent assez peu l'intensité du courant, alors que des variations moins considérables de la dérivation u en déterminent d'importants, et, quand cette dérivation est *faible*, l'avantage *reste toujours* aux multiplicateurs les moins résistants. J'ai eu souvent occasion, dans mes expériences sur les corps médiocrement conducteurs, de constater la vérité de cette déduction; ainsi, quand, avec le silex d'Hérouville et une dérivation galvanométrique de 8 kilomètres, j'employais le multiplicateur de 733 kilomètres, la déviation avec ma pile de 12 éléments Daniell n'était, par exemple, que de 56 degrés, et elle devenait de 61 degrés quand je prenais le multiplicateur de 237 kilomètres. Toutefois je ne prenais guère en considération cet effet dans le genre de recherches que j'avais entreprises, car je ne cherchais, en employant le système des dérivations, qu'à diminuer la sensibilité de mon galvanomètre, et je pouvais faire varier cette sensibilité à mon gré, en prenant des dérivations galvanométriques plus ou moins résistantes.

» Le calcul explique parfaitement tous les effets que nous venons de signaler, et permet même de calculer d'avance la valeur de la dérivation u nécessaire pour obtenir, avec une résistance R donnée, l'égalité de sensibilité des deux multiplicateurs. En effet, si l'on égale les deux expressions du moment magnétique de l'aiguille correspondant aux deux multiplicateurs et qu'on en tire la valeur de u, on trouve

$$u = \frac{R(t'H - tH')}{t(R + H') - t'(R + H)},$$

et, si nous supposons $R = 512^{km} + 272$, soit 784 kilomètres, avec les valeurs de t, t', H, H', calculées d'après les formules que j'ai données, on trouve

$$u = \frac{7152(12659 \times 6783) - (28481 \times 2131)}{28481(7152 + 2131) - 12659(7152 + 6783)} = 2046^{m} = 224^{km} \text{ (fil télég.)}$$

Or ce nombre n'est pas très-éloigné de celui fourni par l'expérience, qui est 200 kilomètres. »

BALISTIQUE. — *Note sur l'Obturateur-inflammateur central;* par M. E. Cosson.

« Dans la séance du 25 juin dernier, j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie des résultats que j'ai obtenus au moyen de l'obturateur-inflammateur central appliqué à la cartouche du fusil Lefaucheux. Dans cette même séance, j'annonçais l'intention d'adapter mon appareil aux cartouches à percussion centrale.

» Les essais auxquels je me suis livré pour arrêter le type de l'appareil le mieux approprié à cette dernière cartouche m'ont donné, avec les mêmes poudres dont je m'étais servi pour le fusil Lefaucheux, des résultats presque aussi satisfaisants. Je dois dire que la poudre employée pour ces dernières expériences, comme pour les précédentes, avait été longtemps tenue dans un lieu très-sec et renfermée dans un baril de bois tendre exactement fermé.

» Bien qu'il parût naturel que ces résultats satisfaisants dussent subsister avec des poudres d'une siccité moindre, j'eus l'idée néanmoins de faire de nouveaux essais, tant pour le fusil Lefaucheux que pour le fusil à percussion centrale, avec les diverses poudres dans l'état où on les trouve ordinairement dans le commerce. J'obtins alors, contre mon attente, avec des inflammateurs de 6 millimètres de hauteur, des résultats beaucoup moins favorables et même des différences quelquefois nulles.

» L'état de siccité de la poudre semble donc avoir, toutes choses égales d'ailleurs, une importance exceptionnelle pour mon appareil, réduit à 6 millimètres; or, la siccité de la poudre ne pouvant guère être obtenue que par une dessiccation artificielle qui présente des dangers, dont j'ai failli d'ailleurs être victime, j'ai cru devoir ne point autoriser actuellement la fabrication en grand de mon appareil.

» Si mes expériences n'ont pas dès maintenant une valeur suffisamment pratique avec les poudres du commerce, j'espère du moins que de nouvelles recherches pourront bientôt assurer, avec ces poudres mêmes, au mode d'inflammation au moyen de la chambre à air, les avantages sur lesquels j'ai appelé l'attention de l'Académie. »

GÉOLOGIE. — *Les Pyrénées marquent la vraie ligne de séparation entre les étages éocène et miocène du terrain tertiaire.* Note de M. A. **Leymerie.**

« Les auteurs de la carte géologique de la France, considérant le terrain nummulitique des Pyrénées, y compris la poudingue de Palassou, comme parallèle à la craie du nord de l'Europe, avaient fixé entre la période secondaire et la période tertiaire la date du soulèvement de cette chaîne. Depuis lors, des études paléontologiques très-sérieuses ont prouvé que c'est plus bas, dans la série des terrains pyrénéens, qu'il faut chercher des représentants de la craie, et que la formation nummulitique appartient à l'étage inférieur du terrain tertiaire.

» Ce résultat est une des plus belles conquêtes de la Paléontologie, et elle lui est définitivement acquise. Cependant le grand phénomène du soulèvement des Pyrénées, qui a eu des contre-coups en plusieurs parties de l'Europe, n'en existe pas moins, et ce serait aller trop loin dans le sens paléontologique que de lui refuser une influence dans la classification des terrains supérieurs. Nous avons déjà eu l'occasion de dire, et nous répétons ici avec une certaine conviction, que cette influence doit être prépondérante dans la délimitation des étages *éocène* et *miocène* de la formation tertiaire; de telle sorte qu'on devrait regarder comme appartenant au premier de ces étages toutes les couches tertiaires qui, à la base des Pyrénées, ont participé au soulèvement de cette chaîne, tandis que l'étage miocène se composerait des couches de la plaine qui viennent buter horizontalement contre les couches inclinées de l'autre catégorie.

» Nous allons prouver maintenant que, si l'on admet cette manière large et vraiment géologique de considérer les choses, l'étage inférieur du bassin parisien doit se compléter par le grès de Fontainebleau, au-dessus duquel seulement commencerait l'ordre de choses miocène.

» Le dernier élément, le plus apparent de la chaîne pyrénéenne, consiste dans un poudingue auquel on a donné le nom de Palassou, qui le premier en a reconnu l'ancienneté relative et l'importance. Ce poudingue règne à la base de la chaîne centrale, dans presque toute son étendue, où il recouvre constamment et d'une manière concordante les couches à Nummulites. D'un autre côté, partout où l'on peut le voir en contact avec les couches de la plaine ou du bassin pyrénéen, celles-ci conservent leur horizontalité, et accusent ainsi, à l'égard du poudingue relevé, une indifférence ou une discordance complète.

» Ce conglomérat grossier n'offre, il est vrai, aucun fossile détermi-

nable qui puisse apporter quelque secours dans la question; mais, dans la partie occidentale des Pyrénées, où ce poudingue n'existe pas encore et d'où les effets du soulèvement se sont propagés au nord jusque dans les Landes, celles-ci offrent une assise fossilifère qui en occupe la place et qui va nous fournir des arguments sérieux. Nous voulons parler de ces marnes, que Grateloup appelait *fahlun bleu*, qui reposent, comme le poudingue, sur le nummulitique proprement dit, dont elles partagent l'inclinaison, tandis qu'elles sont recouvertes en discordance par un autre fahlun (*fahlun jaune*, Grateloup), dont les couches sont horizontales et qui est d'ailleurs généralement regardé comme miocène. Le fahlun bleu est donc, comme le poudingue de Palassou, l'élément pyrénéen le plus récent et doit être éocène dans notre manière de voir.

» Or ce fahlun bleu renferme beaucoup de fossiles, notamment la *Natica crassatina*, que les paléontologistes s'accordent à mettre sur l'horizon du grès de Fontainebleau; donc ce grès est éocène, si l'on accorde aux Pyrénées l'nfluence qu'elles méritent et que nous réclamons pour elles.

» Si donc les savants ingénieurs chargés de l'exécution de la carte géologique détaillée de la France ont adopté la limite de l'éocène indiquée par les Pyrénées, ils sont dans le vrai et il y a lieu de les féliciter, loin de partager les regrets que M. Hébert vient d'exprimer à cet égard dans une Communication récemment publiée dans les *Comptes rendus de l'Académie*.

» J'ajouterai ici que, parmi les savants qui accordent aux coquilles une prépotence quelquefois exagérée, je pourrais en citer qui, par la seule considération des faunes parisiennes, ont rattaché le grès de Fontainebleau à l'éocène, en protestant ainsi contre un démembrement du bassin de Paris. Je me contenterai de citer M. Deshayes. D'un autre côté, je signalerai l'opinion de de Verneuil, qui considérait le poudingue de Palassou comme parallèle au grès de Fontainebleau. »

M. Janssen annonce à l'Académie que les amis de M. *de Lesseps* sont maintenant complétement rassurés sur les suites de l'accident qui leur avait donné, il y a quelques jours, un moment d'inquiétude.

M. le Président charge M. Bertrand, Secrétaire perpétuel, et M. Janssen de transmettre à M. de Lesseps les témoignages de sympathie de ses confrères.

M. de la Gournerie fait hommage à l'Académie d'une brochure qu'il

vient de publier et qui a pour titre « Coup d'œil sur l'exploitation des Chemins de fer français ». (Extrait de la *Revue de Bretagne et Vendée*, juin et juillet 1877.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. D. Tommasi soumet au jugement de l'Académie des « Recherches physico-chimiques sur les divers états allotropiques de l'hydrogène ».

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Berthelot, Debray.)

M. C. Kosmann adresse un « Résumé de ses recherches sur la glycérine, la cellulose et la gomme. »

L'auteur indique, pour prendre date, les réactions qui lui ont permis de transformer ces substances les unes dans les autres, et se réserve de donner ultérieurement le détail de ses recherches.

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Berthelot, Debray.)

M. Chalanget adresse une Note relative à un moyen pour empêcher la rencontre des trains, sur les chemins de fer à une seule voie.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

M. Stravo-Psathas adresse une Note relative à un remède contre le ver solitaire.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. Rolland, M. Pissarello adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. D. Colladon transmet à l'Académie le programme du Congrès international des Sciences médicales (5e session), qui doit se réunir à Genève du 9 au 15 septembre prochain.

ASTRONOMIE. — *Le système de Sirius.* Note de M. C. Flammarion.

« Les observations faites sur le compagnon de Sirius, découvert en 1862, sont maintenant assez nombreuses et s'étendent sur un arc assez sensible

pour nous permettre d'examiner si ce compagnon suit exactement l'orbite annoncée par la théorie.

» On se souvient que les irrégularités périodiques reconnues dans le mouvement propre de Sirius ont conduit, dès 1844, Bessel à supposer, dans le voisinage de la brillante étoile, un corps perturbateur invisible, à l'action duquel ces irrégularités seraient dues. L'ascension droite subit la correction périodique suivante (dernière Table de Newcomb) :

1843,0....	$+0^{s},152$	1861,4....	$-0^{s},132$	1879,4....	$-0^{s},086$
1846,0....	+0,107	1864,4....	−0,147	1882,4....	−0,046
1849,0....	+0,035	1867,4...	−0,152	1885,4....	+0,007
1852,0....	−0,024	1870,4....	−0,149	1888,4....	+0,072
1855,4....	−0,076	1873,4....	−0,137	1890,4....	+0,120
1858,4....	−0,109	1876,4....	−0,117	1892,4....	+0,152

» En 1851, Peters calcula, dans l'hypothèse de Bessel, l'orbite théorique qui satisferait aux perturbations observées et trouva :

Passage par l'apside inférieur.........	1791,431
Mouvement moyen annuel...........	7°,1865
Période.......................	$50^{ans},01$
Excentricité.....................	0,7994

» Onze ans plus tard, le 31 janvier 1862, Alvan Clarck trouvait ce compagnon en dirigeant sur Sirius son nouvel objectif de 47 centimètres. Le satellite était perdu dans les rayons de la brillante étoile, mais était cependant très-perceptible : c'est un astre de 9[e] grandeur. Depuis, il a été assidûment observé chaque année.

» Il se trouvait presque exactement à l'est, et sa position s'accordait assez bien avec la position théorique. En 1864, Auwers calcula de nouveau l'orbite d'après l'ensemble des observations du mouvement propre, et trouva les éléments suivants, qui ne sont pas très-différents des premiers et les confirment :

Passage par l'apside inférieur..........	1793,890
Mouvement moyen annuel..........	7°,28475
Période..........................	$49^{ans},418$
Excentricité..........................	0,6010

» La dernière orbite calculée par Auwers, mise sous la forme des orbites d'étoiles doubles et présentée comme définitive, est la suivante :

$$\begin{aligned} \dot{T} &= 1843{,}275, \\ \Omega &= 61°57',8, \\ \lambda &= 18°54',5, \\ i &= 47°8\,,7, \\ e &= 0{,}6148, \\ a &= 2'',331, \\ P &= 49^{ans},399. \end{aligned}$$

» D'après ces éléments, les limites de distance auraient dû être 2″,31 à 302°,5 en 1841,84 et 11″,23 à 71°,7 en 1870,13, et l'éphéméride est :

1862,0.....	85°,4	10,10	1874,0......	65°,5	10,95
1865,0......	79,9	10,78	1876,0......	62,1	10,59
1868,0......	75,0	11,15	1878,0......	58,4	10,05
1871,0......	70,3	11,20	1880,0......	54,2	9,33

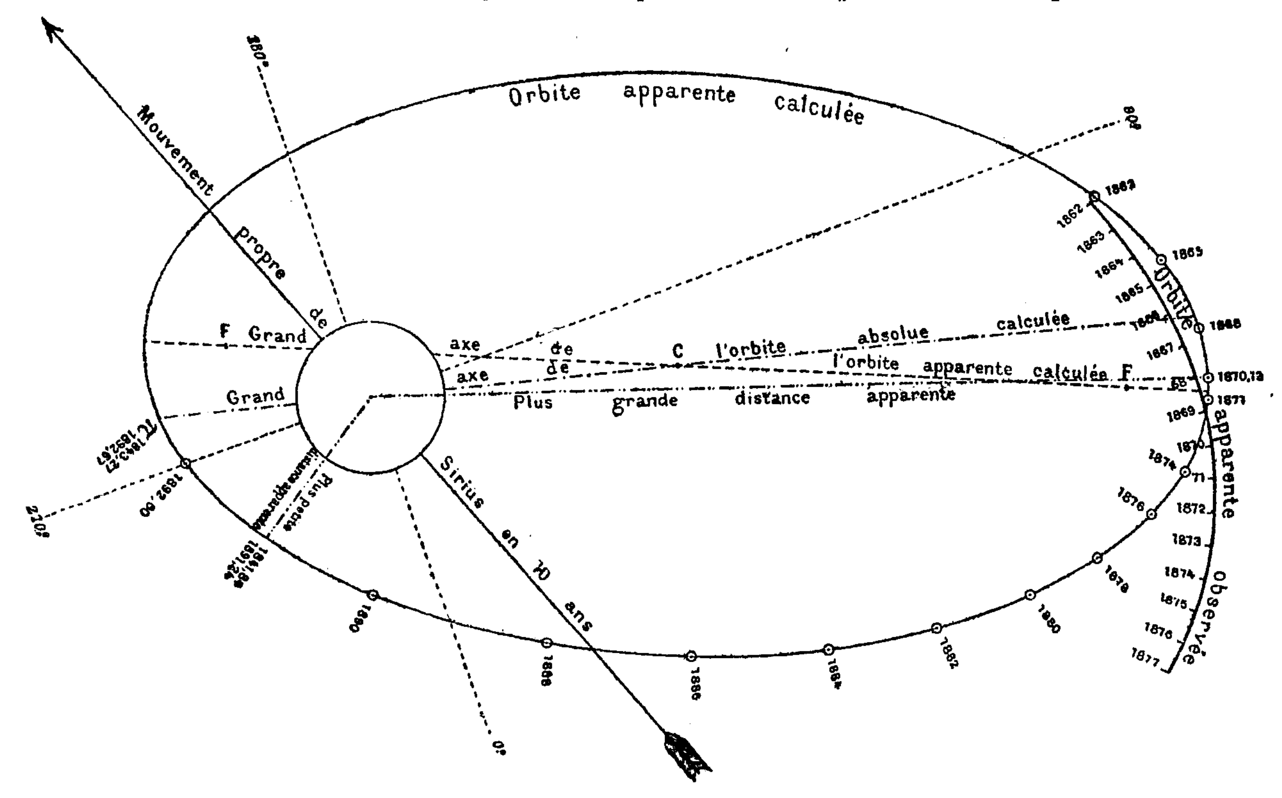
» Or voici la série des mesures micrométriques que j'ai réunies et consignées dans mon *Catalogue des étoiles doubles en mouvement :*

1862,08	85°±	10″±	AC.	1866,24	78°,6	10″34	Tu.
62,19	84,6	10,07	Bo.	66,26	75,4	10,57	Ea
62,23	85,0	10,42	Rü.	66,29	71,3	10,11	Se.
62,28	83,9	n. m.	Ls.	67,22	72,1	10,98	Σ₂.
63,15	88,4 :	7,63 :	Se.	67,24	72,3	n. m.	Fo.
63,21	81,2	9,54	Ru.	67,28	74,5	9,80	Ea.
63,21	82,5	10,15	Σ₂.	68,23	70,2	11,25	Vo.
63,27	82,8	n. m.	Bo.	68,24	69,5	11,35	Bh.
64,08	78,5	10,50	Mt.	68,26	71,6	10,95	En.
64,15	80,3	9,53	Ls.	69,10	74,7	10,28	Br.
64,15	79,6	10,90	Mt.	69,15	73,5	11,23	Vo.
64,20	79,2	10,40	*id.*	69,20	68,6	11,26	Du.
64,21	80,1	9,67	Ls.	70,24	65,0	12,06	Vo.
64,22	78,6	10,70	Bo.	71,16	65,9	10,76	Fr.
64,22	76,5	10,92	Σ₂.	71,23	64,0	11,21	Du.
64,23	84,9 :	10,00	Da.	71,25	60,1	12,10	Pe.
64,24	79,7	n. m.	Wi.	72,18	59,8	11,14	Du.
65,20	77,2	10,60	Σ₂.	72,25	62,7	11,55	Nw.
65,20	76,8	10,77	Fo.	73,20	65,8	11,12	Ha.
65,21	77,2	10,60	Σ₂.	73,22	60,9	10,65	Du.
65,22	75,0	10,07	Se.	73,91	59,4	12,27	Nw.
65,24	77,8	10,77	Fo.	73,93	64,9	11,29	Ws.
65,25	76,8	n. m.	Ti.	74,16	59,0	11,46	Nw.
65,26	76,0	9,0	Bo.	74,19	58,7	10,99	Ho.
65,30	77,0	9,0	En.	74,23	57,9	11,10	Ha.
66,07	77,2	10,43	Kn.	75,19	57,1	10,81	Du.
66,20	n. m.	10,74	Bh.	75,21	56,6	11,41	Nw.
66,20	75,2	10,93	Σ₂.	75,21	55,9	11,89	Ho.
66,20	74,1	11,29	Fo.	75,28	56,3	11,08	Ha.
66,20	73,8	10,97	Ti.	76,09	54,9	11,82	Ho.
66,22	75,4	10,57	Ea.	76,21	55,2	11,19	Ha.
66,22	74,0	10,20	Ha.	77,16	52,8	11,35	Ho.
66,23	74,9	10,57	Nw.	77,25	53,4	10,95	Ha.

AC = Alvan Clarck ; Bo = Bond ; Rü = Rumker ; Ls = Lassell ; Se = Secchi ; Σ_2 = O. Struve ; Mt = Mitchell ; Da = Dawes ; Fo = Forster ; Ti = Tietjen ; En = Engelmann ; Kn = Knott ; Bh = Bruhns ; Ea = Eastman ; Ha = Hall ; Ne = Newcomb ; Ho = Holden ; Tu = Tutle ; Vo = Vogel ; Du = Duner ; Pe = Peters ; Fr. = Ferrari ; Ws = Wilson et Seabroke.

» En comparant à l'éphéméride les observations, dont les principales sont dues aux habiles observateurs de Washington, on voit que l'angle diminue plus vite qu'on ne l'avait annoncé, tandis que la distance a continué d'augmenter depuis 1870, au lieu d'avoir atteint son maximum cette

année-là, comme l'indiquait l'orbite calculée. C'est ce qu'il est surtout facile de constater du premier coup d'œil sur la figure ci-dessous, qui n'est



qu'une première approximation, qui est construite à l'échelle exagérée de 1 centimètre pour une seconde, et sur laquelle l'arc parcouru est simplement divisé en parties égales correspondant au milieu de chaque année, mais qui est suffisante pour montrer la divergence. L'orbite apparente observée croise dès 1869 l'orbite apparente calculée et se projette en dehors suivant une toute autre courbe, qui sera plus vaste et moins excentrique. Le compagnon observé appartient certainement à Sirius, et ne forme pas avec la brillante étoile un simple groupe de perspective, car, dans ce cas, son mouvement eût été rectiligne et Sirius s'en serait éloigné dans le sens indiqué par la flèche qui représente le mouvement propre :

$$\text{Æ} - 0'',503[-0^s,035 \times 15 \times \cos \odot];\ \text{DP} + 1'',23;\ \text{résultante} = 1'',33.$$

Le mouvement angulaire moyen n'est que de 2°, 15 et peut être considéré comme ayant été régulier (¹), en tenant compte des erreurs d'observation

(¹) Cependant on remarque un ralentissement assez frappant de 1866 à 1869 et une accélération de 1869 à 1871.

assez sensibles dans ce couple si difficile à mesurer. Si c'était là le mouvement moyen général, la révolution du satellite serait beaucoup plus longue qu'elle ne doit être pour correspondre aux perturbations, et s'élèverait à 167 ans environ. Mais l'arc parcouru est encore trop exigu pour qu'on puisse rien décider sur ce point, et comme les irrégularités du mouvement propre exigent que la période soit de 49 ans, nous sommes conduits à conclure ou bien que le compagnon observé va accélérer son mouvement et se retrouvera à l'ouest en 1892, ou bien qu'il y a un autre corps perturbateur non encore découvert, plus rapproché et plus rapide.

» Nous devons réserver toutes nos conclusions sur l'existence d'un ou plusieurs satellites, comme sur toute différence de période entre l'orbite observée et l'orbite calculée; mais le fait incontestable à conclure, c'est que les positions observées ne correspondent pas à celles de l'éphéméride, et que l'orbite qui en résultera diffère de l'orbite calculée. »

ASTRONOMIE. — *Remarques, à propos d'une Communication récente de M.* Faye, *sur la relation entre les taches solaires et les variations de la déclinaison magnétique;* par M. **R. Wolf.**

« Je viens de lire, avec le plus grand intérêt, dans les *Comptes rendus* du 30 juillet, la Communication de M. Faye sur la partie cosmique de la Météorologie. Non-seulement je suis d'accord avec ce savant sur le critérium qu'il adopte, mais, selon moi, pour qu'on puisse admettre que deux phénomènes soumis à la même période moyenne sont produits par la même cause, il faut que les anomalies de l'un de ces phénomènes se reproduisent dans l'autre. Or c'est justement ce qu'on observe pour les taches solaires et les variations magnétiques, comme je l'ai démontré dans plusieurs publications présentées à l'Académie, et comme cela résulte d'un simple coup d'œil jeté sur le diagramme construit par moi pour l'exposition de Kensington, et dont la Société astronomique de Londres a ordonné dernièrement la publication.

» La période commune de 11 $\frac{1}{9}$ ans, que j'ai signalée pour ces deux phénomènes en 1852 n'a été nullement modifiée par mes études poursuivies pendant plus d'un quart de siècle. Au contraire, la période donnée d'abord par M. Lamont, et reproduite dernièrement par M. Broun, ne repose que sur l'intercalation arbitraire d'un maximum entre 1788 et 1804, que personne n'a observé; elle me paraît donc devoir être rejetée. J'ajoute, avec pleine conviction, que le parallélisme entre la fréquence des taches

solaires et la variation de la déclinaison magnétique se joint dès à présent aux faits scientifiques les plus sûrs.

» Quant aux autres phénomènes météorologiques, je pense, avec M. Faye, que l'on n'a pas encore réussi à démontrer leur connexion intime avec l'état du Soleil; c'est justement pour procurer aux savants qui se sont occupés de ces relations une base sûre, que je viens de publier les longues séries dont j'ai donné connaissance à l'Académie des Sciences dans mes dernières lettres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de Riccati;* par M. **Genocchi**.

« On sait que M. Liouville a le premier eu l'idée de soumettre à un examen rigoureux les *cas d'intégrabilité* de l'équation de Riccati. Sa méthode était très-remarquable, mais l'une des propositions qu'il employait, non-seulement n'était pas exactement démontrée, mais n'était pas toujours vraie. Je vais rappeler, en peu de mots, la suite de ces raisonnements.

» On se propose l'équation $\frac{d^2y}{dx^2} = Py$, avec $P = A + \frac{B}{x^2}$, et, en désignant par μ un nombre entier positif, par $u = \Sigma y^\mu$ la somme des puissances de plusieurs valeurs de y élevées à l'exposant μ, on forme un système d'équations qui servent à déterminer u. On démontre que, si la valeur de u est rationnelle, elle ne pourra avoir pour dénominateur qu'une puissance de x, et se réduira ainsi à une suite de monômes. Mais, cela posé, pour prouver que cette forme est impossible, et que, par conséquent, y n'est pas une fonction algébrique de x (les solutions insignifiantes $u = 0$, $y = 0$ étant écartées), on mettait en évidence les plus hautes puissances de x dans les fonctions u, u', u'', ..., qu'il faut considérer, et l'on écrivait

$$u = hx^n + \ldots,\quad u' = h_1 x^{n_1} + \ldots,\quad u'' = h_2 x^{n_2} + \ldots,\quad \ldots,$$

d'où l'on tirait $n_1 = n - 1$, $h_1 = nh$; $n_2 = n$, $h_2 = -\mu A h$, et en général

$$n_{2q} = n,\quad h_{2q} = (-1)^q h A^q C_{2q};\quad n_{2q+1} = n - 1;\quad h_{2q+1} = (-1)^q h A^q C_{2q+1},$$

avec des coefficients numériques C_{2q} et C_{2q+1} essentiellement > 0 (voir *Journal de Mathématiques*, 1841, p. 4-7). Or cela est exact si n est positif; si n est négatif, on peut encore justifier la conclusion, quoique alors C_{2q} et C_{2q+1} soient de signes contraires, savoir : $C_{2q} > 0$ et $C_{2q+1} < 0$; mais, si $n = 0$, ces formules sont erronées, car on a $n_1 = -2$, et, en général, $n_{2q+1} = -2$. Ainsi la démonstration est insuffisante; mais, de plus, la pro-

position n'est pas exacte. En effet, pour $B = 12$, $\mu = 2$, on peut prendre

$$u = 1 - \frac{6}{Ax^2} + \frac{45}{A^2x^4} - \frac{225}{A^3x^6},$$

et, plus généralement, les théorèmes de M. Liouville montrent que la proposition précédente est fausse lorsque B est de la forme $\beta(\beta+1)$, β étant un nombre entier positif (même volume, p. 12).

» J'ai fait ces remarques dans un Mémoire de 1864, où je cherchais à démontrer rigoureusement les conclusions de M. Liouville en suivant la voie tracée par lui-même; mais une erreur de signe affecta mes calculs et rendit ma démonstration insuffisante. Ayant repris plus tard ce sujet, je suis parvenu à compléter la démonstration de deux manières différentes dont je vais indiquer la plus simple. Je me fonde toujours sur la théorie de M. Liouville, qui a le mérite d'avoir inauguré et accompli en grande partie ces recherches difficiles.

» Le raisonnement étant exact pour n positif, il est donc démontré que u ne saurait être une fonction rationnelle de x avec une partie entière, si cette partie n'est pas constante (on suppose A différent de zéro). Mais, en ordonnant la partie fractionnaire par rapport aux puissances ascendantes de x, on obtiendra un autre système d'équations, traitées aussi et résolues par M. Liouville (*Journal de Mathématiques*, 1840, p. 445-446), et désignant par hx^r le terme de u le moins élevé, on trouvera que r est racine d'une équation du degré $\mu+1$ et de la forme $(\mu-n)\beta+n\gamma$, où β et γ sont les valeurs de θ dans l'équation $\theta(\theta-1)=B$, et n doit prendre toutes les valeurs $0, 1, 2, \ldots, \mu$. Comme $\beta+\gamma=1$, il en résulte

$$\beta = \frac{r+n}{\mu-2n}, \quad \gamma = -\frac{r-\mu+n}{\mu-2n},$$

et, r devant être un nombre entier négatif, β et γ seront deux nombres rationnels de signes contraires. Soit β négatif : nous le changerons en $-\beta$, et nous aurons $B=\beta(\beta+1)$, avec β commensurable et positif. On a donc ce nouveau théorème : *u ne peut avoir une partie fractionnaire que si la quantité* B *est réductible à cette expression.*

» Lorsqu'on a reconnu que u ne peut être une fonction rationnelle, on fait $y = e^{\int t dx}$, ce qui donne

$$\frac{dt}{dx} + t^2 = P,$$

et on cherche les intégrales rationnelles de cette équation. On prouvera, avec M. Liouville (*Journal de Mathématiques*, 1841, p. 7-12), que β doit être non-seulement commensurable, mais entier. Si cette condition

n'est pas vérifiée, t n'aura pas des valeurs rationnelles, et y ne sera pas une *fonction finie explicite* de x, excepté dans le cas de $B = 0$ ou $\beta = 0$.

» On applique ces résultats à l'équation

$$z\frac{d^2v}{dz^2} + a\frac{dv}{dz} - gv = 0,$$

en faisant $z = x^2$, $v = x^{-a+\frac{1}{2}}y$, d'où il suit

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left[4g + \frac{(a-\frac{1}{2})(a-\frac{3}{2})}{x^2}\right]y.$$

On conclut que, si g n'est pas nul, u dans ce cas n'aura pas de partie entière qui ne soit pas constante, et aura une partie fractionnaire seulement lorsque $\left(a - \frac{1}{2}\right)\left(a - \frac{3}{2}\right)$ pourra se réduire à la forme $\beta(\beta + 1)$, β étant commensurable et positif, ce qui exige que a soit un nombre commensurable non compris entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{2}$. Si a est incommensurable, ou compris entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{2}$, u ne sera pas une fonction rationnelle, et y ne sera pas une fonction algébrique, ni même une fonction finie explicite de x. Il s'ensuit que v ne sera pas non plus une fonction finie explicite de z.

» Dans le cas de $g = 0$, et dans ceux de $a = \frac{1}{2}$ et $a = \frac{3}{2}$, l'équation est intégrable.

» Si a est commensurable et compris entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{2}$, il faut différentier un certain nombre n de fois l'équation entre v et z, et, posant $\frac{d^nv}{dz^n} = v'$, on obtiendra

$$z\frac{d^2v'}{dz^2} + (a+n)\frac{dv'}{dz} - gv' = 0;$$

on peut aussi différentier n fois l'équation

$$z\frac{d^2v'}{dz^2} + (a-n)\frac{dv'}{dz} - gv' = 0,$$

et, posant $\frac{d^2v'}{dz^2} = v$, on trouvera l'équation entre v et z. Mais, appliquant aux équations en v' la proposition démontrée, on peut affirmer que v' n'est pas une fonction finie explicite, lorsque $a+n$ ou $a-n$ est compris entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{2}$, et en conclure que dans la même hypothèse v n'est pas non plus une fonction finie explicite. Ainsi l'équation proposée ne sera intégrable que si $a - \frac{1}{2}$ se réduit à un nombre entier, positif, négatif ou nul, puisque,

dans tous les autres cas, on pourra choisir n, en sorte que $a \pm n$ soit compris entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{2}$.

» Si l'on fait $A = 4g$, $B = \left(a - \frac{1}{2}\right)\left(a - \frac{3}{2}\right)$, on aura

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left(A + \frac{B}{x^2}\right)y,$$

et il s'ensuivra cette conclusion, qu'une telle équation n'est intégrable sous forme finie que dans le cas de $B = \beta(\beta + 1)$, β étant un nombre entier nul ou positif, ce qui est le théorème connu de M. Liouville. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur les courbes qui ont les mêmes normales principales;* par M. **B. Niewenglowski.**

« En suivant la marche indiquée par M. J.-A. Serret, on peut démontrer sans difficulté les réciproques des deux théorèmes dont il est question dans la Note de l'illustre académicien (séance du 6 août 1877).

» A cet effet, imaginons qu'à partir d'un point M d'une courbe gauche on porte sur la normale principale une longueur constante $MM_1 = l$, et considérons la courbe (M_1) décrite par le point M_1. On a, en conservant les mêmes notations et en tenant compte de la condition $dl = 0$,

$$(1) \qquad ds_1 \cos\alpha_1 - ds\cos\alpha = -l(\cos\alpha\, d\sigma + \cos\lambda\, d\tau),$$

et deux équations analogues. En multipliant ces trois équations par $\cos\xi$, $\cos\eta$, $\cos\zeta$, et ajoutant, on obtient

$$ds_1(\cos\alpha_1\cos\xi + \cos\beta_1\cos\eta + \cos\gamma_1\cos\zeta) = 0:$$

donc la droite MM_1 est normale à la courbe (M_1). Je dis maintenant que, si l'angle ω des deux plans osculateurs des courbes (M) et (M_1) aux deux points correspondants M et M_1 est constant, les deux courbes auront les mêmes normales principales. En effet, la condition $d\cos\omega = 0$ donne

$$\cos\alpha\, d\cos\alpha_1 + \cos\alpha_1\, d\cos\alpha + \cos\beta\, d\cos\beta_1 \\ + \cos\beta_1\, d\cos\beta + \cos\gamma\, d\cos\gamma_1 + \cos\gamma_1\, d\cos\gamma = 0;$$

mais

$$d\cos\alpha_1 = \cos\xi_1\, d\sigma_1\, d\cos\alpha_1 = \cos\xi\, d\sigma\ldots,$$

donc

$$d\sigma_1(\cos\alpha\cos\xi_1 + \cos\beta\cos\eta_1 + \cos\gamma\cos\zeta_1) \\ + d\sigma(\cos\alpha_1\cos\xi + \cos\beta_1\cos\eta + \cos\gamma_1\cos\zeta) = 0;$$

la seconde parenthèse est nulle, comme on l'a vu plus haut : il en est de même de la première; donc la normale principale en M_1 à la courbe (M_1) est perpendiculaire a la tangente en M à la courbe (M); par suite, elle se confond avec la droite MM_1.

» Supposons maintenant l'angle ω variable; en multipliant les équations (1) par $\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma$, puis par $\cos\lambda, \cos\mu, \cos\nu$, et ajoutant chaque fois les résultats, on trouve

$$\cos\omega\, ds_1 - ds = -\, l d\sigma,$$
$$\sin\omega\, ds_1 = -\, l d\tau,$$

et, par suite, en éliminant ds_1 et introduisant les rayons des deux courbures,

$$(2)\qquad \frac{l}{\rho} - \frac{l}{R \operatorname{tang}\omega} = 1,$$

ou bien

$$(3)\qquad \operatorname{tang}\omega = \frac{l\rho}{R(l-\rho)}.$$

» En rapprochant ce résultat du précédent, on voit que, si ρ et R étant les rayons des deux courbures en un point M d'une courbe gauche, on peut trouver une ligne de longueur constante l, telle que le rapport $\frac{\rho}{R(l-\rho)}$ soit lui-même une constante représentée par $\frac{1}{l}\operatorname{tang}\omega$, en portant sur la normale principale la longueur constante l, à partir du pied de la normale, l'extrémité M_1 du segment obtenu décrira une courbe telle que les plans osculateurs en M et M_1 feront un angle constant ω et, par suite, les deux courbes (M) et (M_1) auront les mêmes normales principales.

» *Remarque.* — La première partie du raisonnement précédent suppose que l'angle ω n'est pas nul. S'il en est ainsi, la formule (3) montre que $\frac{1}{R} = 0$, la courbe (M) est plane, et il en est de même de la courbe (M_1); mais, dans ce cas, le théorème est évident. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur le patinage des roues des machines locomotives;* par M. Rabeuf.

« Tous les ingénieurs de chemins de fer connaissent le phénomène désigné sous le nom de *patinage*. Mais on l'a toujours considéré comme accidentel et comme ne se produisant que lorsque le coefficient de frottement des roues sur le rail, ou, comme disent les praticiens, l'*adhérence*, tombe

au-dessous de la limite normale sur laquelle on se base pour le calcul des charges que doivent remorquer les machines.

» J'ai observé, depuis quelques mois, une série de faits qui me permettent d'affirmer que le patinage est un phénomène beaucoup plus général et beaucoup plus complexe qu'on ne le supposait, et je vais faire connaître dans quelles circonstances j'ai été amené à faire ces observations.

» Le 1er mai de cette année, j'avais été chargé de l'essai d'une machine neuve à grande vitesse, livrée à la Compagnie du chemin de fer du Nord par la Société alsacienne de construction de machines. Cette machine avait des roues couplées de $2^{m},10$ de diamètre et le poids adhérent porté par ces roues était de 27000 kilogrammes environ. Le temps était beau et sec, le profil de la voie était en pente de 0,005 par mètre. Le régulateur était ouvert en grand, la pression effective était, dans la chaudière, de $8^{kg},5$ par centimètre carré. Dans ces conditions, la machine *descendant* la pente et n'ayant *aucune charge à remorquer*, nous atteignîmes une vitesse de translation de 120 kilomètres par heure, ce qui aurait dû correspondre à une vitesse des roues couplées de 303 tours par minute ; or leur vitesse réelle était de 360 tours par minute. Elles patinaient donc sur la voie, et, sans cette circonstance, la vitesse de translation aurait dû être de 143 kilomètres par heure. Le patinage ou glissement relatif était donc de $\frac{23}{120} = 0,19$.

» Fort étonné de ce singulier résultat, je répétai les mêmes observations sur un certain nombre de machines de types différents, en comparant leur vitesse de translation réelle sur la voie à la vitesse de rotation des roues motrices : j'ai toujours trouvé que le patinage est presque nul quand les machines *remontent* une rampe, et qu'il est au contraire très-notable en descendant. Il augmente rapidement avec la vitesse, mais paraît être plus grand *à vitesse égale* sur les pentes que sur les rampes. Sur ces dernières, c'est-à-dire en descendant, il varie entre 13 et 25 pour 100. Il est donc, en moyenne, de 20 pour 100, et sa suppression, si elle était possible, entraînerait une économie correspondante dans la consommation du combustible et dans l'usure des bandages et de la voie. Il y a donc un grand intérêt à savoir quelle est la cause de ce singulier phénomène. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le régime des vents et l'évaporation dans la région des chotts algériens.* Note de M. **A. Angot.**

« Dans la séance du 28 mai dernier, à propos des réserves exprimées par M. Dumas sur le projet de création d'une mer intérieure en Algérie,

M. d'Abbadie émettait le vœu que des études fussent faites sur le régime des vents dans la région des chotts. Les données à cet égard ne manquent pas entièrement : on peut les trouver dans les publications du service météorologique algérien, organisé, il y a trois ans, par les soins persévérants de M. Charles Sainte-Claire Deville, et qui fonctionne avec une régularité remarquable sous les ordres du général commandant supérieur du génie, et sous la direction spéciale de M. le commandant Bongarçon, chef d'état-major du génie en Algérie.

» Chargé, presque dès l'origine, par M. Charles Sainte-Claire Deville de centraliser les observations algériennes et d'en diriger la publication, j'espère pouvoir présenter prochainement un travail d'ensemble sur le régime des vents dans le nord de l'Afrique ; mais je crois bon de publier, dès maintenant, quelques données plus spécialement relatives au projet qui intéresse actuellement l'Académie.

» La région des chotts est bornée, on le sait, du nord-est à l'ouest par les monts Aurès et le Grand-Atlas ; au sud, elle ouvre directement sur le Sahara. Du nord-est à l'ouest l'air est ainsi constamment refroidi par les montagnes, tandis qu'au sud il s'échauffe au contact du désert. D'après les lois ordinaires de la circulation atmosphérique, l'air doit affluer des régions froides vers les régions chaudes, ce qui tend à produire, au-dessus des chotts, un vent général compris entre le nord-est et l'ouest, avec prédominance du nord-ouest. A ce courant doivent se joindre des vents d'est venant du golfe de Gabès, qui s'échauffe, surtout en été, moins que le Sahara. Cette explication est, du reste, conforme avec tous les faits connus : les importantes recherches de M. Brault sur le régime des vents dans l'Atlantique nord ont parfaitement montré le rôle que joue, sur la côte occidentale d'Afrique, le Sahara, comme point de convergence des vents.

» On ne saurait donc, *a priori*, compter, pour la région des chotts, sur des vents du sud, sud-ouest et sud-est, qui, dans la pensée de M. Roudaire (¹), seraient les vents dominants de cette contrée. L'observation ne fait que justifier les prévisions énoncées plus haut.

» Considérons, en effet, la ville de Biskra, qui se trouve au nord-ouest des chotts, à mi-chemin entre leur extrémité occidentale et l'Atlas. On y possède une série régulière d'observations faites trois fois par jour, à 7 heures du matin, 1 heure et 7 heures du soir. Cette série a commencé le 1er janvier 1874, et est faite par des adjoints du génie, observateurs

(¹) *Comptes rendus*, séance du 25 juin 1877, p. 1512.

exacts et consciencieux. Le dépouillement des feuilles d'observation m'a permis de former les tableaux suivants qui donnent, pour chaque saison, la proportion des huit vents principaux sur cent vents observés réellement, c'est-à-dire en ne faisant pas entrer les calmes dans la somme.

BISKRA.

Proportion de chaque vent sur cent observations (¹).

		N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.
Hiver.	1874	28,5	5,9	21,9	3,3	2,0	1,3	4,6	32,5
	1875	0,8	0,8	12,4	4,5	1,1	3,0	0,8	76,6
	1876	24,0	12,9	5,1	6,4	0,5	0,0	0,0	51,2
	Moyenne	17,8	6,5	13,2	4,7	1,2	1,4	1,8	53,4
Printemps.	1874	17,6	0,8	31,2	6,8	5,2	1,2	0,4	36,8
	1875	5,3	12,4	39,2	3,0	0,4	0,0	0,4	39,2
	1876	13,1	28,1	0,9	1,3	2,6	0,4	0,4	53,2
	Moyenne	12,0	13,8	23,8	3,7	2,7	0,5	0,4	43,1
Été.	1874	1,6	0,4	40,6	11,7	12,9	2,3	0,0	30,5
	1875	7,7	7,7	47,3	2,4	2,3	1,8	1,8	29,0
	1876	4,5	53,7	0,5	2,0	3,0	0,0	0,5	35,8
	Moyenne	4,6	20,6	29,5	5,3	6,0	1,4	0,8	31,8
Automne.	1874	3,0	1,3	35,3	2,1	4,3	0,0	0,0	54,0
	1875	13,4	5,1	21,0	1,3	0,6	0,6	1,3	56,7
	1876	13,0	36,2	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	50,0
	Moyenne	9,8	14,2	18,8	1,1	1,8	0,3	0,4	53,6

» Quant à la proportion des calmes au nombre total d'observations, elle est, en moyenne, de 17 pour 100.

» Les résultats seront encore plus frappants si l'on groupe d'une part les vents de NE, N et NW, et de l'autre ceux de SE, S et SW; on obtient ainsi les nombres suivants :

	Proportion, sur cent vents observés, des vents				
	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.	Année.
De NE, N et NW.	77,7	68,9	57,0	77,6	70,3
De SE, S et SW.	7,3	6,9	12,7	3,2	7,5

(¹) Conformément aux habitudes qui prévalent maintenant en Météorologie, les vents d'ouest sont désignés, dans les tableaux, par la lettre W. La lettre O avait l'inconvénient de désigner à la fois l'ouest en français, et l'est (*öst*) dans les publications faites en langue allemande.

De même, nous avons conservé la division météorologique de l'année, commençant le 1er décembre, de façon que l'hiver comprenne les trois mois froids (décembre, janvier, février), et l'été les trois mois chauds (juin, juillet, août).

» Les vents favorables au projet de M. Roudaire sont aux vents défavorables dans le rapport de 1 à 9,4, au moins pour la période considérée. En admettant la possibilité du remplissage, les vapeurs qu'ils émettraient seraient donc emportées presque totalement vers le Sahara, sans profit pour l'Algérie ([1]).

» Quant à l'évaporation, elle intervient plutôt comme cause défavorable, et les chiffres sont doubles de ceux que l'on avait supposés jusqu'ici. Les observations faites avec l'évaporomètre Piche, qui représente à peu près, on le sait, l'évaporation à la surface d'une nappe d'eau, donnent les nombres suivants :

Épaisseur en millimètres de la couche d'eau évaporée en moyenne, par jour.

	1874.	1875.	1876.
Janvier	3,2	3,8	2,8
Février	3,8	4,9	5,1
Mars	5,3	4,8	6,3
Avril	6,4	5,8	7,1
Mai	7,7	7,4	9,9
Juin	9,7	8,5	10,2
Juillet	11,0	9,5	11,8
Août	9,3	7,7	8,6
Septembre	7,3	(6,2) ([2])	6,4
Octobre	5,0	4,8	4,6
Novembre	3,3	4,0	5,1
Décembre	3,9	2,5	4,5
Moy. de l'année.	6,3	5,8	6,9

» Comme on le voit, c'est à une moyenne de plus de 6 millimètres qu'il faut estimer la couche d'eau enlevée en vingt-quatre heures, par l'évaporation, à la mer projetée; cela porterait au moins à 78 millions de mètres cubes la quantité d'eau que le canal de communication devrait laisser écouler chaque jour pour maintenir constant le niveau de la mer saharienne. »

([1]) Des observations faites dans un autre endroit de Biskra semblent donner une proportion un peu plus grande de vents de SE. Mais les vents de NW restent toujours de beaucoup les plus nombreux; cette deuxième série, du reste, est trop incomplète jusqu'à ce jour, pour fournir des résultats importants. S'il m'est possible d'obtenir les mois d'observation qui ne me sont pas parvenus, je publierai les resultats de la comparaison entre les deux stations et ceux d'autres observations, faites il y a bientôt trente ans.

([2]) Nombre interpolé, par suite du manque d'observations en septembre 1875.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la vapeur de l'hydrate de chloral.* Note de M. L. Troost.

« La méthode que j'ai donnée pour établir l'équivalent en volume des substances vaporisables (¹) comporte, dans son application à l'hydrate de chloral, deux modes opératoires différents.

» I. Le premier procédé, décrit dans ma Note du 2 juillet, consiste à faire vaporiser l'hydrate de chloral dans un espace renfermant déjà une certaine dose de vapeur d'eau émise par un sel hydraté. Suivant que la tension de cette vapeur d'eau s'ajoute, ou non, à celle de l'hydrate de chloral, on en conclut que celui-ci existe ou est décomposé. A cet effet, on introduit l'hydrate de chloral dans la chambre barométrique, où l'oxalate neutre de potasse hydraté a été préalablement maintenu assez longtemps pour acquérir sa tension de dissociation.

» Nous avons vu à quelle conclusion conduit ce procédé à la température de 78 degrés, à savoir que l'hydrate de chloral existe à l'état gazeux.

» Voyons maintenant ce qui se passe à 100 degrés.

» A cette température, comme à 78 degrés, il est indispensable de se placer dans des conditions telles que la loi de Dalton sur le mélange des gaz et des vapeurs soit applicable. En effet, M. Regnault a démontré que, dans les mélanges de deux vapeurs fournies par des corps susceptibles de dissolution réciproque, la tension est, pour les fortes pressions, très-inférieure à la somme des pressions partielles; elle peut même, dans le voisinage du point de saturation, ne pas dépasser la tension de l'une des vapeurs isolées. *Les expériences faites sous des pressions un peu fortes ne sauraient donc conduire à aucune conclusion.*

» Il faut opérer sous une pression aussi faible que possible. On y parvient en introduisant dans la chambre barométrique, où se trouve le sel effleuri, un poids d'hydrate de chloral relativement faible. La force élastique de la vapeur d'eau qu'il fournirait, dans l'hypothèse d'une décomposition totale, serait alors inférieure à la tension de dissociation du sel. Dans ces conditions, et le volume gazeux étant supérieur à 300 centimètres cubes, la température étant maintenue entre 99 degrés et 99°,5, voici ce que j'ai observé :

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 708, et t. LXXXV, p. 32.

		I.	II.	III.	IV.
Poids de l'hydrate de chloral employé		$0^{gr},256$	$0^{gr},239$	$0^{gr},214$	$0^{gr},197$
Pressions observées	Quelques minutes après l'introduction de l'hydrate de chloral	396,5 mm	386,0 mm	366,0 mm	364,5 mm
	Trente minutes après la première mesure	395,5	384,5	364,0	364,0
	Deux heures »	393,0	382,0	360,0	362,6
	Cinq heures »	389,0	376,0	355,5	361,4
	Neuf heures »	385,5	374,7	354,8	359,8
	Douze heures »	382,5	374,7	354,8	358,2
	Vingt-quatre heures »	382,0	»	554,8	358,2
Pression que l'on aurait observée dans l'hypothèse où il n'y aurait aucune tension de dissociation de l'hydrate de chloral, ni action réciproque des vapeurs		429,0	414,0	381,6	380,0
Pression que l'on aurait observée dans l'hypothèse d'une décomposition totale		314,5	307,0	290,8	290,0

» Les pressions observées : 382 millimètres, $374^{mm},7$, $354^{mm},8$ et $358^{mm},2$, démontrent l'existence effective de l'hydrate de chloral en vapeur non décomposée, sa force élastique étant seulement diminuée d'une certaine quantité, soit à cause d'une tension sensible de dissociation, soit à cause de quelque action réciproque des vapeurs.

» L'hydrate de chloral existe donc à l'état gazeux, à 99 comme à 78 degrés.

» II. Dans le second procédé, inverse du premier, on détermine d'abord la vaporisation de l'hydrate de chloral, puis on introduit dans cette vapeur un corps capable de lui enlever une partie de la vapeur d'eau libre qu'elle pourrait contenir; ce corps est ici l'oxalate neutre de potasse pur et *complétement déshydraté* par son séjour à l'étuve à 100 degrés.

» Le poids d'hydrate de chloral employé doit être tel, que la vapeur d'eau qu'il contiendrait, à l'état libre, dans l'hypothèse d'une décomposition complète, ait une tension supérieure à la tension de dissociation du sel. C'est ce qui a été réalisé dans les expériences suivantes :

Poids de l'hydrate de chloral employé		$0^{gr},191$	$0^{gr},195$	$0^{gr},4975$	$0^{gr},5195$
Température de la vapeur		78°,2 à 78°,4		99°,2 à 99°,3	
Pressions observées	Avant l'introd. du sel complét^t déshydraté	181,3 mm	185,6 mm	440,5 mm	452,0 mm
	Deux heures après l'introduction	181,5	185,0	440,0	452,0
	Cinq heures »	181,5	185,0	440,0	452,2
	Neuf heures »	181,5	185,0	440,0	452,0
	Vingt heures »	181,5		440,0	452,0

» L'introduction de l'oxalate neutre de potasse pur, complétement dés-

hydraté, n'a donc pas fait varier la pression de la vapeur d'hydrate de chloral. Or, si cet hydrate de chloral était un simple mélange de chloral anhydre et de vapeur d'eau, la force élastique de cette vapeur d'eau, $\frac{185}{2} = 92^{mm},5$, dans une expérience faite à $78°,4$, et $\frac{452}{2} = 226^{mm}$, dans une expérience faite à 99 degrés, étant très-supérieure à la tension de dissociation du sel pour la température correspondante, le sel déshydraté se serait emparé de toute la quantité de cette vapeur qui correspond à l'excès de sa force élastique primitive sur la tension de dissociation du sel, et par suite la pression du mélange aurait notablement diminué. Le tableau qui précède montre qu'il ne s'est rien produit de semblable, quoique le contact de la vapeur avec le sel ait été maintenu au moins pendant neuf heures.

» J'ai complété l'une des expériences faites à 78 degrés par une vérification qui la rend encore plus démonstrative. Après avoir constaté que le volume restait constant pendant plusieurs heures, j'ai introduit dans la vapeur d'hydrate de chloral une ampoule contenant un peu moins d'eau que n'en aurait fourni l'hydrate de chloral, s'il avait été entièrement décomposé; j'ai alors observé que cette eau était absorbée d'abord rapidement, puis plus lentement, jusqu'à ce qu'il n'en reste plus que la quantité qui correspond sensiblement à la tension de dissociation de l'oxalate de potasse.

» On est donc amené, par le second procédé, à la même conclusion que par le premier, à savoir que l'hydrate de chloral existe à l'état gazeux et que, par suite, son équivalent correspond à 8 volumes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur quelques propriétés du sulfure de cadmium*; par M. **A. Ditte**.

« M. Riban vient de montrer (1) que le sulfure de platine ne se dissout, dans les sulfures alcalins, que dans certaines circonstances qu'il a étudiées; il a fait voir qu'il y a parfois lieu de chercher ce métal à côté du sulfure de mercure; le sulfure de cadmium donne lieu à des observations analogues.

» Le cadmium figure ordinairement parmi les métaux dont les sulfures sont insolubles dans les sulfures alcalins; il peut cependant arriver qu'une liqueur renfermant du cadmium ne précipite pas par le sulfhydrate d'am-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 283.

moniaque, mais que l'on retrouve ce métal dans la liqueur filtrée qui provient du traitement par ce réactif des sulfures formés sous l'action d'un courant d'acide sulfhydrique.

» Le sulfure de cadmium est en effet soluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque à la température ordinaire. Si l'on verse quelques gouttes de ce réactif à une solution étendue de cadmium, on obtient d'abord le précipité jaune caractéristique de sulfure, mais il se dissout dans le sulfure alcalin qu'on ajoute en excès. Il en est de même si, après avoir formé d'abord le sulfure de cadmium par de l'hydrogène sulfuré, on le traite ensuite par du sulfhydrate d'ammoniaque : la liqueur devient limpide et le précipité disparaît complétement. Il n'y a pas lieu d'ailleurs d'attribuer cette solubilité à la présence, dans le sulfhydrate d'ammoniaque, d'un petit excès d'ammoniaque : cette base, qui dissout avec facilité certains sels de cadmium, est sans action sur le sulfure, aux températures ordinaires.

» La solubilité du sulfure de cadmium augmente quand on élève la température du sel ammoniacal : en le portant à 60 degrés, elle devient environ le double de ce qu'elle est à froid. Lors même qu'on a pris le soin de faire bouillir le sulfure de cadmium après sa précipitation par l'acide sulfhydrique, le sulfure d'ammonium le dissout encore. La dissolution faite à 60 degrés, abandonnée à elle-même dans un vase fermé, dépose par refroidissement une partie du sulfure de cadmium qu'elle renferme ; il se forme, quand l'abaissement de température est très-lent, des petits cristaux transparents, et de nouveau solubles dans le sulfure alcalin.

» Lorsqu'on évapore lentement sur la chaux vive une solution de sulfhydrate d'ammoniaque saturée de sulfure de cadmium, on obtient sur les parois de la cloche un dépôt blanc pulvérulent de sulfure d'ammonium et il reste au fond du vase un mélange de cristaux de soufre et de sulfure de cadmium. Le soufre se sépare en petits octaèdres et en plaques le plus souvent blancs, devenant lentement jaunes à l'air ou rapidement par suite d'un frottement ; ils sont solubles dans le sulfure de carbone. Quant au sulfure de cadmium, il se dépose en agrégats de très-petits cristaux.

» La dissolution saturée de sulfure de cadmium en contient 2 grammes environ par litre ; cette solubilité, quoique faible, est bien supérieure à celle du sulfure de cuivre dans le sulfhydrate d'ammoniaque et l'on sait cependant qu'il est bon, pour éliminer ce métal, d'employer de préférence les sulfures alcalins de potassium ou de sodium. On comprend que, lorsqu'une liqueur ne renferme que peu de cadmium, celui-ci puisse disparaître entièrement sous l'action du sulfhydrate d'ammoniaque sans qu'on en retrouve

dans le précipité qui devrait le contenir. Les sulfures de potassium et de sodium ne le dissolvant pas sensiblement même à 50 ou 60 degrés, il me paraîtrait préférable d'employer, comme dans le cas du cuivre, les sulfures alcalins pour la séparation du cadmium; mais lorsqu'on se sert du sulfhydrate d'ammoniaque pour séparer les sulfures métalliques qu'il dissout de ceux qui y sont insolubles, il est indispensable de rechercher le cadmium non-seulement dans le résidu insoluble, mais aussi dans la liqueur. »

CHIMIE. — *Sur quelques propriétés générales des sulfures métalliques;* par MM. **Ph. de Clermont** et **H. Guiot.**

« L'étude de la dissociation des sels ammoniacaux en présence des sulfures métalliques (¹) nous a conduits à observer quelques réactions nouvelles. Un sel ammoniacal, chauffé à 100 degrés dans un appareil distillatoire avec de l'eau et un sulfure métallique, fournit, ainsi que nous l'avons fait voir, du sulfure d'ammonium; nous avons constaté depuis que, lorsque tout le sel ammoniacal est décomposé et que le dégagement d'ammoniaque a cessé, il y a encore production d'hydrogène sulfuré, dû à la décomposition du sulfure métallique en présence de l'eau.

» Voici les expériences que nous avons faites pour démontrer cette décomposition à la température de 100 degres. $0^{gr},870$ (10 fois le poids moléculaire en milligrammes) de sulfure de manganèse rose, parfaitement lavé, chauffé dans un appareil distillatoire avec 500 centimètres cubes d'eau, fournissent, pour quatre opérations successives de 100 centimètres cubes, une quantité de soufre égale à $0^{gr},008$, c'est-à-dire environ la quarantième partie de tout le soufre combiné au manganèse.

» La même expérience, faite avec une quantité équivalente de sulfure de fer, à savoir $0^{gr},880$, préparé dans des conditions de complète pureté et avec $\frac{1}{2}$ litre d'eau, conduit à $0^{gr},040$ de soufre, c'est-à-dire à environ la dixième partie de tout le soufre combiné au fer.

» Le protosulfure, ainsi que le pentasulfure d'antimoine, est notablement décomposé par l'eau bouillante. Le sulfure d'argent lui-même subit cette décomposition, mais dans une proportion beaucoup plus faible que les sulfures précités. Le sulfure de plomb, au contraire, n'a pas donné trace d'hydrogène sulfuré.

(¹) Voir p. 37 de ce volume.

» Afin de rendre plus évidente encore la décomposition du sulfure par l'eau, nous avons pris une certaine quantité de sulfure de manganèse bien pur, que nous avons fait bouillir pendant longtemps avec une grande quantité d'eau dans un ballon; finalement, le sulfure de manganèse s'était oxydé, et la liqueur concentrée, séparée par filtration de l'oxyde, contenait une quantité appréciable de composés sulfurés. Le résidu solide, lavé soigneusement à l'abri de l'air, ne contenait pas trace de soufre.

» Nous avons chauffé aussi en tube scellé, à 100 degrés, du sulfure de manganèse pur avec de l'eau distillée, préalablement bouillie. Le chauffage ayant duré quinze heures, nous avons séparé le précipité du liquide et nous avons constaté dans le liquide la présence d'une quantité notable de soufre.

» Ces expériences, qui établissent la décomposition des sulfures par l'eau à 100 degrés avec formation d'oxyde métallique et d'hydrogène sulfuré, ajoutent, il nous semble, un argument de plus à l'opinion qui veut que l'hydrogène soit un métal; l'hydrogène déplace, en effet, dans ces réactions, de véritables métaux, et forme un composé sulfuré plus stable à ces températures, à savoir l'hydrogène sulfuré, qui, on le voit, ne se dissout que vers 400 degrés.

» On sait que l'acide carbonique humide décompose, à la température ordinaire, le sulfure de manganèse (voir WAGNER, *Bulletin de la Société chimique*, t. XIV, p. 96); nous avons constaté la parfaite exactitude de ce fait, et, de plus, nous avons remarqué qu'en présence de l'eau bouillante cette décomposition est très-rapide. Nous avons étudié l'action des gaz à la température ordinaire sur quelques sulfures tenus en suspension dans l'eau; les résultats que nous avons obtenus sont les suivants.

» L'hydrogène ne décompose pas le sulfure de manganèse rose à la température ordinaire. Le sulfure vert hydraté de manganèse est décomposé par l'acide carbonique, mais moins rapidement que le sulfure rose. Le sulfure de fer est décomposé également, et plus lentement que le précédent, contrairement aux assertions de M. Wagner (*loc. cit.*); enfin, le sulfure vert de manganèse anhydre, en suspension dans l'eau, est détruit plus difficilement encore. Dans tous les cas rapportés ici, il se produit du carbonate métallique et de l'hydrogène sulfuré. Les sulfures d'argent, de plomb et d'antimoine ont résisté les uns et les autres à l'action de l'acide carbonique. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques points de l'organisation des Bryozoaires.* Note de M. L. Joliet, transmise par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une précédente Note (9 avril 1877), j'ai exposé les raisons qui m'empêchaient de considérer comme étant de nature nerveuse le prétendu système nerveux colonial des vésiculaires. Les recherches que je poursuis depuis le mois de mai, au laboratoire de Roscoff, me permettent d'étendre cette manière de voir au groupe entier des Bryozoaires et m'ont fourni les données suivantes sur la nature et sur le rôle de ce tissu.

» Le soi-disant système nerveux colonial existe sous diverses formes, soit à l'état de tronc rameux, soit à l'état de plexus, chez tous les Bryozoaires que j'ai examinés : il atteint, presque partout, un grand développement, et partout il est composé des cellules fusiformes que j'ai signalées dans la *Bowerbankia imbricata.* C'est dans ces cellules que se forment les corpuscules flottants (*floating cells, fett-Kroppar* de Smitt) qui nagent dans l'intérieur des loges; c'est aux dépens du même tissu que se développe le polypide avec ses muscles; c'est encore dans son sein que se forment à la fois les œufs et les cellules mères des zoospermes.

» Par son grand développement, par sa présence dans l'universalité des Bryozoaires, par ses fonctions importantes et multiples, ce système mérite d'être envisagé comme un tissu fondamental et constitutif du Bryozoaire, tout aussi essentiel que l'endocyste, et pour lequel je proposerai le nom d'*endosarque*. A tous égards, le parenchyme des tiges et des stolons des pédicellines doit lui être assimilé.

» L'endocyste, qui, comme Smitt l'a démontré, n'est organisé et ne présente la structure cellulaire qu'aux extrémités périphériques, est pour ainsi dire chargé de la fonction végétative : l'accroissement de la colonie par formation de loges nouvelles. L'endosarque a pour rôle spécial de produire les polypides ou les éléments reproducteurs. Il dérive lui-même de l'endocyste, par simple différenciation des cellules des extrémités en voie d'accroissement.

» Les recherches que je poursuis m'ont encore éclairé sur la signification du corps brun, ainsi que sur le mode de fécondation de l'œuf et le développement de la larve dans plusieurs espèces.

» Le corps brun est, partout et dans tous les cas, le résidu d'un polypide ayant habité antérieurement la loge. Il est constitué par des granules colorés, contenus primitivement dans les cellules hépatiques de l'estomac,

auxquels s'ajoutent souvent des débris de matières alimentaires, tels que des Diatomées, et, dans la *Bowerbankia imbricata*, on y retrouve les plaques et les dents du gésier. Incapable de bourgeonner par lui-même, il est, chez les vésiculaires, relégué dans un coin de la loge lorsqu'un nouveau bourgeon se développe; au contraire, dans beaucoup d'especes (*Lepralia*, *Encratea chelata*), il est rejeté hors de la zoécie par le nouveau polypide. A cet effet, comme Repiachoff l'a fort bien observé, le jeune bourgeon l'englobe dans une cavité qui deviendra plus tard l'estomac; puis, une fois développé, il le fait passer dans le rectum, et, lors du premier épanouissement, le rejette par l'anus.

» En ce qui touche la fécondation de l'œuf je suis en mesure d'affirmer que, dans la *Valkeria cuscuta*, l'œuf ne peut pas être imprégné par les zoospermes, qui se développent en même temps dans la même zoécie et dans le sein du même funicule; il a besoin, pour se segmenter, du concours de zoospermes provenant d'une autre loge. En effet, tant qu'il y a encore des zoospermes dans la zoécie qu'il occupe, l'œuf n'est qu'ébauché; il grossit encore, et montre nettement sa vésicule et sa tache germinative, longtemps après que tous les zoospermes ont été évacués au dehors. On voit facilement ceux-ci nager avec vivacité dans l'eau ambiante, et la manière dont l'accès jusqu'à l'œuf leur est facilité est très-curieux. Quand l'œuf devient distinct, les zoospermes sont promptement évacués, le polypide qui les accompagnait se flétrit alors, se réduit à l'état de corps brun, et la loge se clôt complétement. L'œuf achève donc de mûrir dans une zoécie fermée. Quand arrive le moment où il doit être fécondé, un nouveau bourgeon se développe dans sa demeure, mais le polypide qui en résulte ne parvient jamais à l'état adulte; il n'a d'autre usage que de rouvrir la loge, en y développant un nouvel appareil operculaire, et de prêter ses muscles à la larve naissante. A cet effet, après avoir produit, malgré sa petite taille, tous les muscles pariéto-vaginaux et grands-rétracteurs, il s'atrophie, et passe derrière l'œuf, qui, par un mécanisme qu'il serait trop long de décrire ici, finit par se trouver placé dans sa gaîne tentaculaire, en libre contact avec l'eau ambiante et par suite avec les zoospermes. Par le jeu des muscles qui sont maintenant attachés à son enveloppe, l'œuf fécondé devenu larve se meut dans la loge, absolument comme ferait un polypide; il peut être porté jusqu'à l'entrée, par l'effet de l'évagination de la gaîne, et c'est par cette voie que la larve ciliée est finalement évacuée.

» Je signalerai, en dernier lieu, un embryon qui montre que le mode

d'organisation décrit par Schneider dans le *Cyphonantes* est loin d'être un fait isolé : l'embryon de la *Flustrella hispida* de Redsern est bivalve et présente une organisation complexe. Comme lui, il finit par se fondre totalement en une masse de protoplasma homogène, dans le sein de laquelle se développe le premier polypide ([1]). »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la fécondation des Échinodermes.* Note de M. A. GIARD. (Extrait.)

« ... Je n'ai pas cru devoir, comme l'a fait M. Fol, m'adresser d'abord à des œufs pondus par des *individus malades* et considérer comme typiques les phénomènes observés dans de semblables conditions. J'ai mis, au contraire, tous mes soins à me procurer des Oursins et des Étoiles de mer parfaitement frais et récemment pêchés : le plus souvent, je recueillais moi-même les matériaux dont je devais me servir.

» Je ne crois pas non plus à la nécessité de n'employer le sperme qu'à dose homœopathique ; ce n'est pas ainsi qu'opère la nature. D'ailleurs, si, comme le prétend M. Fol, il ne doit y avoir, dans le liquide destiné à la fécondation, pour chaque ovule, que trois à quatre spermatozoaires, comment se fait-il que ses dessins (exécutés sans doute d'après des préparations longtemps conservées) représentent jusqu'à *onze* spermatozoïdes pour une portion très-limitée de la surface de l'œuf?

» M. Fol affirme que mon manuel opératoire coupe court à toute observation exacte, en menaçant les œufs d'une prompte asphyxie. Or voici comment, après divers essais, je fais la plupart de mes observations : les animaux sont recueillis, autant que possible, dans des vases séparés ; j'ai remarqué qu'en mettant ensemble plusieurs Oursins et surtout plusieurs Astéries, un certain nombre d'œufs peuvent être fécondés avant la ponte à l'intérieur de l'animal mère. Les œufs provenant d'une ponte normale ou provoquée sont placés dans un cristallisoir renfermant de l'eau de mer ancienne, et fécondés par du sperme frais, lancé à l'aide d'une pipette ; une autre pipette sert à reprendre immédiatement un certain nombre d'œufs, pour les observer au microscope. Je crois me trouver ainsi dans les conditions les plus voisines de la réalité, et je pense que les œufs sont moins asphyxiés que s'ils étaient renfermés sous un compresseur. Ils le sont

---

([1]) Qu'il me soit permis d'ajouter ici que, sans les embarcations, le matériel et le personnel du laboratoire de Zoologie expérimentale, il m'eût été impossible de réunir, en deux mois et demi, les éléments de ces observations.

d'ailleurs si peu, qu'un certain nombre d'entre eux, replacés dans une quantité d'eau suffisante, ont continué à évoluer.

» Je dois dire cependant que je n'ai pas été aussi heureux que M. Fol : jamais *tous* les œufs mis en expérience ne se sont développés avec la plus parfaite régularité, et j'estime à 10 ou 15 pour 100 le nombre des cas pathologiques ou tératologiques que j'ai observés. Je ne range pas parmi ces cas pathologiques les œufs présentant immédiatement un *tetraster*; de semblables cas se rencontrent très-fréquemment chez certains Mollusques (*Eolis despecta*, *Ancula cristata*) et je les considère comme une simple abréviation ontogénique, ne donnant nullement naissance à une monstruosité. Ces faits sont, pour moi, comparables à des observations analogues faites par Strasburger dans l'ovule des Gymnospermes.

» Je connais parfaitement la saillie des œufs non mûrs, dont parle M. Fol, et que j'appelle *saillie pédonculaire*; elle correspond, en effet, au point d'adhérence de l'ovule avec le follicule ovarien. Elle est très-facile à observer chez l'*Amphidetus cordatus*, dont l'œuf constitue un type d'étude excellent à plusieurs points de vue. Je citerai seulement, en passant, la différence de taille considérable qui existe, chez ce type, entre la tache de Wagner et le pronucléus femelle. Il est clair que la *saillie pédonculaire* n'a aucun rapport direct avec la *protubérance hyaline*; peut-être cependant reste-t-il, au point où existait cette saillie, quelque chose de comparable à un micropyle, facilitant le passage du spermatozoïde à travers la couche muqueuse. Je n'ai aucune observation précise à cet égard; mais, quoi qu'il en soit, l'affirmation de M. Fol, qu'il n'existe pas chez l'Oursin de protubérance hyaline, me paraît sans fondement pour le *Psammechinus*, où cette protubérance se voit avec la plus grande facilité.

» Je concède très-volontiers que la *membrane vitelline* est une *couche limitante de sarcode durci*, dont j'avais parfaitement reconnu le peu de résistance et la plasticité, puisque j'ai comparé le passage du spermatozoïde à travers cette membrane à une sorte de diffusion. M. Fol, de son côté, n'a-t-il pas déclaré que, *sous bien des rapports, cette couche limitante se comporte à la manière d'une membrane?* N'a-t-il pas observé, comme moi, que, chez l'Étoile de mer, les corpuscules polaires soulèvent en sortant une partie de cette couche, *qui, en cet endroit, devient une pellicule distincte recouvrant les deux corpuscules?* Il en est absolument de même chez le *Psammechinus miliaris*. Au surplus, si l'opinion de M. Fol était exacte, les globules polaires devraient se trouver, chez l'Oursin, *constamment au dehors* de la membrane vitelline dans tous les cas de fécondation normale. Ils sont, au

contraire, comme je l'ai dit, appliqués sur le vitellus, ce qui les rend difficiles à observer et les a fait échapper à l'œil de très-habiles micrographes. A. Agassiz a fait la même observation sur l'œuf du *Toxopneustes Dröbachiensis,* où les corpuscules de direction persistent assez longtemps, gardant toujours pendant le fractionnement la même position par rapport à l'axe de segmentation. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Des pyrophosphates en thérapeutique; leur mode d'action.* Note de MM. **Paquelin** et **Jolly**, présentée par M. Claude Bernard.

« *Expérimentation.* — Mme N. a été soumise pendant quinze jours à un régime alimentaire aussi uniforme que possible. Dans ce régime, nous avons introduit, du sixième jour inclusivement au onzième jour exclusivement, 2 grammes par vingt-quatre heures de pyrophosphate de soude titré. Les urines des cinq premiers jours nous ont servi à déterminer la quantité d'acide phosphorique éliminée sous l'influence de l'alimentation ordinaire; celles des dix derniers jours, à rechercher les 10 grammes de pyrophosphate de soude administrés du sixième au onzième.

» Voici jour par jour les résultats de nos recherches :

Première période. — *Régime alimentaire ordinaire.*

Jours.	Quantité d'urine émise en 24 heures.	Acide phosphorique.
1	790 cc	1,659
2	780	1,482
3	1100	1,210
4	740	1,628
5	790	1,817
Total	4200	7,796
Moyenne	840	1,559

Deuxième période. — *Addition au régime alimentaire ordinaire, à midi et le soir, au milieu du repas, de* 1 *gramme de pyrophosphate de soude, renfermant : acide pyrophosphorique,* 0,280, *et acide phosphorique ordinaire,* 0,020, *soit pour* 10 *grammes de pyrophosphate, acide pyrophosphorique,* 2gr,800.

Jours.	Quantité d'urine en 24 heures.	Acide phosphorique.	Acide pyrophosphorique.
6	825 cc	2,600	0,445
7	1360	1,610	0,461
8	990	1,800	0,468
9	1100	1,620	0,726
10	1365	1,550	0,618
Total	5550	9,180	2,618
Moyenne	1110	1,836	

Troisième période. — *Reprise du régime alimentaire ordinaire.*

Jours.	Quantité d'urine en 24 heures.	Acide phosphorique.	Acide pyrophosphorique.
	cc		
11	1100	1,342	0,088
12	1175	1,034	0,023
13	1110	1,330	0,000
14	1025	1,335	0,000
15	1325	1,590	0,000
Total	5735	6,631	0,111
Moyenne	1147	1,326	

Acide pyrophosphorique total : 2,618 + 0,111 = 2,729.

» Groupons ces résultats. De nos analyses il ressort :

» 1° Que la totalité du pyrophosphate ingéré pendant les repas a été éliminée par les voies urinaires sans avoir subi aucune transformation. Nous disons la totalité : en effet, sur 10 grammes de pyrophosphate ingérés, lesquels contenaient $2^{gr},8$ d'acide pyrophosphorique, nous avons retrouvé $2^{gr},729$ de cet acide, soit un déficit de 71 milligrammes, qui ont échappé à l'analyse, en raison de la délicatesse et du nombre des opérations qu'elle comporte, quantité assez faible pour qu'on puisse n'en pas tenir compte.

» 2° Que l'addition, dans le régime alimentaire ordinaire, de 2 grammes par jour de pyrophosphate de soude a élevé de 840 centimètres cubes à 1110 centimètres cubes la moyenne des urines émises en 24 heures.

» Ainsi les pyrophosphates, loin d'être des reconstituants, comme on a pu le croire depuis près de 30 ans, ne sont que des corps étrangers pour l'organisme, et l'ingestion de ces produits ne peut qu'accroître les dépenses de l'économie en raison du travail d'élimination qu'y nécessite leur présence.

Cependant de nombreuses observations attestent l'efficacité des pyrophosphates comme reconstituants. Comment concilier ceci avec cela, ces attestations avec les résultats fournis par l'expérimentation? Nous avons analysé huit échantillons de pyrophosphates, provenant de diverses maisons de droguerie ; or les huit échantillons de ces pyrophosphates, qui nous avaient été livrés comme des produits de vente courante et parfaitement purs, contenaient une proportion d'acide phosphorique non transformé, variant de 5 à 30 pour 100 du poids de l'acide total.

» L'explication que nous cherchons se trouve-t-elle dans l'état d'impureté des pyrophosphates du commerce? Nous voulons bien le croire.

Détail des opérations chimiques.

» I. De la masse des urines à analyser, séparer 50 centimètres cubes. Dans ces 50 centimètres cubes, verser un excès de molybdate d'ammoniaque (pour 1 partie d'acide phosphorique : il faut environ 40 parties d'acide molybdique); laisser reposer la liqueur pendant vingt-quatre heures dans une étuve dont la température ne dépasse pas 40 degrés. Décanter une portion du liquide et, avec cette portion, essayer, au moyen du réactif molybdique, si la liqueur contient encore des phosphates et cela jusqu'à cessation complète de précipité. Recueillir tous les précipités sur un filtre et les laver avec de l'eau aiguisée d'acide nitrique. Dans cette opération, deux points sont à observer :

» 1° Il ne faut pas que la température du liquide dépasse sensiblement 40 degrés;

» 2° Il faut avoir soin de séparer le précipité au bout de vingt-quatre heures.

» Sans cela, sous la double influence de la chaleur de l'étuve et de l'excès d'acide nitrique contenu dans la liqueur, le pyrophosphate pourrait se transformer en phosphate (1).

» II. Séparer du restant des urines 50 nouveaux centimètres cubes; faire évaporer la liqueur à siccité dans une capsule de platine, en ajoutant, en une seule fois, 4 grammes de soude caustique solide. Maintenir la masse en fusion pendant une heure environ; ce temps suffit pour que tout le pyrophosphate soit converti en phosphate; reprendre la masse par l'eau distillée, que l'on additionne d'acide chlorhydrique, quantité suffisante pour saturer l'excès de soude caustique. Doser l'acide phosphorique de la liqueur au moyen de la solution titrée d'urane. Du poids de l'acide phosphorique trouvé dans cette dernière opération, retrancher le poids du même acide trouvé dans la première opération; la différence donnera le poids de l'acide pyrophosphorique contenu dans 50 centimètres cubes d'urine. De ce poids on déduira la quantité de pyrophosphate contenu dans la totalité des urines. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Note sur l'action physiologique du Pao-Pereira* (Geissospermum lœve, *Baillon*); par MM. **Bochefontaine** et **C. de Freitas.**

« Le Pao-Pereira est un arbre du Brésil, dont l'écorce est très-employée par les médecins de ce pays depuis que le professeur J. Silva, vers 1830, en a fait connaître les propriétés fébrifuges et antipériodiques.

» Cette plante, qui appartient à la famille si intéressante des Apocynées, a été désignée sous les noms de *Picramnia ciliata, Vallesia punctata, Tabernæmontana lœvis,* puis *Geissospermum Vellosii.* M. le professeur Baillon a bien voulu déterminer récemment, sur un échantillon sec de la feuille et des

(1) Le phosphomolybdate d'ammoniaque n'offre pas une composition constante; sa richesse en acide phosphorique peut varier de 3,6 à 4,2 pour 100. Pour obtenir des données exactes, il est donc nécessaire de doser directement l'acide phosphorique que ce double sel renferme.

tiges que l'un de nous a reçu du Brésil, la place que le Pao-Pereira peut occuper en Botanique et il pense qu'on doit lui donner le nom de *Geissospermum lœve*.

» L'écorce du *Geissospermum lœve* contient, en grande abondance, un alcaloïde extrait pour la première fois, en 1838, par M. Ezequiel Santos et désigné par lui sous le nom de *péreirine*. Nous proposons d'appeler cette alcaloïde *geissospermine*, du nom générique scientifique de la plante d'où on le retire.

» Les feuilles sèches de Pao-Pereira dont nous disposons ont une saveur extrêmement amère, assez analogue à celle du *Quassia amara*, et qui se manifeste quand on les a mâchées pendant quelques secondes. Cette saveur, semblable à celle de l'écorce des tiges du *Geissospermum*, nous a fait penser que les feuilles de cette plante pourraient contenir une certaine proportion d'alcaloïde. Afin de vérifier la valeur de cette hypothèse, une macération de feuilles dans l'alcool à 36 degrés C. a été traitée par la liqueur de Bouchardat et par le réactif de Valser : on a obtenu un précipité caractéristique de la présence d'un alcaloïde. La macération alcoolique étant assez fortement colorée en vert par la chlorophylle des feuilles, on a traité par les mêmes réactifs une macération aqueuse d'une forte pincée de feuilles concassées ; cette macération filtrée avait la couleur brun limpide d'une faible solution de geissospermine, ou bien d'extrait aqueux ou alcoolique d'écorce des tiges ; les réactifs en question ont troublé la liqueur ; le réactif de Valser a donné un précipité assez abondant, celui de Bouchardat a produit un précipité brun qui s'est bientôt redissous. Il semble donc déjà très-probable que les feuilles du *Geissospermum* contiennent une certaine quantité d'alcaloïde, beaucoup moins considérable que celle que l'on trouve dans l'écorce des tiges ; mais cette probabilité devient une certitude, si l'on administre à des grenouilles une certaine quantité de macération aqueuse des feuilles : on observe bientôt les phénomènes d'intoxication qui résultent de l'action de l'alcaloïde contenu dans l'écorce des tiges.

» L'alcaloïde du *Geissospermum* employé au Brésil n'est pas un produit chimiquement pur : il se présente sous la forme d'une poudre amorphe, jaune-brunâtre, dont l'amertume est la même que celle des feuilles et de l'écorce des tiges.

» Bien qu'il soit journellement employé au Brésil, ainsi que l'écorce, depuis tant d'années déjà, on n'a pas encore, à notre connaissance du moins, étudié expérimentalement quelle peut être l'action physiologique

de ces substances médicamenteuses; nous avons essayé de combler cette lacune (¹).

» Les préparations employées ont été faites avec la poudre d'écorce obtenue par ration. Nous nous sommes servis de la macération aqueuse et de l'extrait alcoolique de cette poudre. Nous avons employé également la geissospermine (péreirine) dissoute dans l'eau ou dans l'alcool.

» Des expériences ont été faites sur des batraciens (grenouilles) et sur des mammifères (cobayes, chiens) au moyen d'injections hypodermiques. Sur les chiens, on a eu recours aussi aux injections intra-veineuses et aux tracés hémodynamométriques.

» Nous indiquons, en résumé, les phénomènes qui caractérisent les effets du *Geissospermum lœve*, nous réservant de poursuivre cette étude et de préciser davantage l'action physiologique de cette plante, et d'en faire ressortir les applications thérapeutiques.

» I. La geissospermine ne paraît pas posséder d'action locale irritante, ou tout au moins cette action est très-faible, circonstance importante qui permet d'espérer que l'usage de cet alcaloïde par la méthode hypodermique pourra être introduit dans la thérapeutique, surtout lorsqu'il aura été obtenu à l'état de pureté.

» 2. La geissospermine est une substance toxique. En effet, 2 milligrammes de cette substance, introduits sous la peau, déterminent la mort d'une grenouille; un demi-milligramme suffit pour la paralyser. Administrée par la même voie hypodermique, elle peut, à la dose de 1 centigramme, tuer un cobaye adulte du poids de 668 grammes. Pour paralyser un chien de petite taille, de manière à rendre impossible tout mouvement spontané, il ne faut pas employer plus de 14 centigrammes de substance.

» 3. Dans plusieurs expériences, la geissospermine a déterminé un ralentissement des battements du cœur, fait qui a été observé cliniquement par M. José Silva et M. Gonçalvez Ramos. La pression artérielle intracarotidienne a été notablement diminuée.

» 4. Les mouvements respiratoires deviennent moins fréquents.

» 5. Les mouvements volontaires cessent les premiers. Alors que les animaux sont inertes et paraissent absolument insensibles, c'est-à-dire quand ils ne donnent aucune manifestation de douleur sous l'influence des

---

(¹) Nos expériences ont été faites au laboratoire de Pathologie expérimentale dirigé par M. le professeur Vulpian, à la Faculté de Médecine.

diverses excitations extérieures, on observe que les mouvements réflexes ne sont pas abolis. La geissospermine paraît donc agir sur le cerveau.

» 6. Les mouvements réflexes sont ensuite abolis progressivement. La geissospermine agit certainement sur la moelle épinière et le bulbe rachidien. En effet, chez les grenouilles sur lesquelles on a enlevé le cerveau et dont la moelle conserve encore son pouvoir réflexe, on constate que cette substance abolit les mouvements réflexes comme chez ces mêmes animaux pourvus de leur encéphale.

» 7. Les nerfs sensibles paraissent conserver leurs fonctions aussi longtemps que les nerfs moteurs. Prenons une grenouille sur laquelle on aura lié l'artère nourricière d'un membre postérieur (iliaque primitive), et empoisonnons cette grenouille avec le *Geissospermum*, en introduisant cette substance toxique sous la peau d'un membre antérieur. Le membre dont l'artère nourricière est liée est à l'abri de l'empoisonnement; cependant on constate que les excitations des nerfs sensibles, du côté intoxiqué et du côté non empoisonné, donnent lieu à des phénomènes réflexes absolument identiques.

» 8. L'excito-motricité des nerfs s'éteint alors seulement que l'animal est depuis un certain temps déjà engourdi, inerte.

» 9. La contractilité musculaire n'est pas atteinte par la geissospermine, car elle persiste encore après la mort de l'animal empoisonné par cette substance.

» En résumé, le principe actif du *Geissospermum lœve* est un poison paralysant, qui paraît avoir pour action d'abolir les propriétés physiologiques de la substance grise nerveuse centrale et particulièrement de l'axe gris bulbomédullaire. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les bactéridies charbonneuses.* Note de M. **Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Le 31 mars 1875, M. Chauveau me remit deux flacons renfermant l'un une tumeur abdominale, l'autre un morceau de la rate provenant d'un mouton mort du charbon (sang de rate), qui lui avaient été envoyés par M. Joly, vétérinaire à Gien. Lorsque je reçus ces pièces, elles avaient déjà une légère odeur putride.

» Je pratiquai immédiatement des inoculations sur une série de huit lapins.

» L'examen comparatif des résultats de ces expériences a fait voir que

la mort de ces animaux (qui étaient tous de la même portée, par conséquent de même force) arrive en un espace de temps plus ou moins long. Lorsque le sang est frais, la mort est rapide : elle arrive en un temps qui varie de vingt-deux à vingt-cinq heures (dans un certain nombre d'autres inoculations nous avons pu voir que ce temps peut être dépassé, mais il est rare que la durée de la vie soit de plus de trente-cinq à quarante heures).

» Si, au contraire, le sang a subi un commencement de putréfaction, la mort arrive beaucoup plus tard, ordinairement de la cinquantième à la soixante-quinzième heure.

» J'eus alors l'idée de chercher à cultiver les bactéridies, car j'avais pu remarquer que, lorsqu'on examine le sang d'animaux morts depuis un certain temps, les bactéridies semblent crénelées, puis que bientôt elles se désagrégent et donnent naissance à de petits corps ovoïdes ou arrondis, isolés ou géminés, et que néanmoins, à ce moment, le sang inoculé transmet à coup sûr le charbon.

» Je résolus de cultiver les bactéridies à l'abri de l'air, par conséquent de la putréfaction, tout en conservant, comme témoin, du sang charbonneux abandonné à lui-même dans le cadavre de l'animal ou bien placé dans une étuve et renfermé dans un flacon non bouché.

» Pour recueillir le sang et me mettre à l'abri de l'air, j'usai d'un moyen qui m'avait été indiqué par M. Chauveau. On prend de petits ballons de verre mince, de la capacité de 2 centimètres cubes environ, dont on étire le goulot très-finement. Pour faire le vide dans ces ballons, on les remplit d'eau distillée qu'on fait ensuite bouillir sur une lampe à alcool ; au moment où les dernières gouttes se vaporisent, on ferme au chalumeau l'extrémité effilée.

» Lorsqu'on veut remplir ces ballons, on fait une petite ouverture à une veine, préalablement liée du côté du cœur ; on introduit l'extrémité effilée et fermée dans le vaisseau, puis on la casse avec l'ongle à travers la paroi vasculaire. Le ballon se remplit immédiatement ; on ferme à la lampe et l'on peut conserver ainsi le sang indéfiniment sans qu'il se putréfie.

» Les tubes ainsi recueillis, les uns étaient placés dans une étuve dont la température était de 38 à 39 degrés ; les autres, conservés dans le laboratoire, à la température de 15 à 18 degrés.

» Les expériences faites sur une deuxième série d'animaux avec le sang placé dans ces diverses conditions ont fait voir que, tandis que le sang d'un animal chargé de bactéridies tue un lapin en trente-deux heures, ce même

sang, quatre jours après, et conservé à l'abri de l'air et de la putréfaction, mais à une température peu élevée, demande soixante-trois heures pour amener le même résultat. Ce sang, enfin, conservé à la température du corps, est demeuré inactif.

» Une troisième série d'expériences donna des résultats identiques à ceux de la première série. Le sang conservé à l'abri de l'air, mais à la température du laboratoire, donne encore la mort lorsque ce même sang, placé dans un milieu dont la température est plus élevée, ou bien abandonné à la putréfaction, est devenu incapable de transmettre le charbon. Quelle est donc la cause des résultats différents obtenus par ces inoculations?

» S'il est assez difficile de conclure en face d'expériences aussi peu nombreuses, elles sont néanmoins suffisantes pour mettre sur une voie toute nouvelle. Voici comment je les avais interprétées :

» Au moment de la mort et avant que la putréfaction se soit emparée du cadavre des animaux charbonneux, les bactéridies ont toute leur force : qu'elles soient à l'état de bactéridies ou de spores, elles donnent à coup sûr la mort. La putréfaction les tue, ainsi que l'a démontré M. Davaine.

» Mais si elles sont conservées à l'abri de l'air et par conséquent de la putréfaction, les bactéridies n'en meurent pas moins en un temps assez court, car elles ont bientôt absorbé l'oxygène du milieu dans lequel elles se trouvent, et elles meurent asphyxiées. Cette asphyxie des bactéridies arrive d'autant plus vite qu'elles se trouvent dans un milieu dont la température est plus élevée (le sang des ballons de l'étuve conserve son activité moins longtemps que celui du laboratoire) : ce qui tient probablement à une consommation plus grande d'oxygène.

» J'avais tiré de ces réflexions une théorie de l'action des bactéridies que j'ai souvent exposée à mes amis, et qui se trouve conforme à celle de M. Pasteur; la voici :

» Les bactéridies sont des corps très-avides d'oxygène, elles tuent l'animal en absorbant toute la quantité de ce gaz qui est en dissolution dans le sang; elles tuent l'animal par asphyxie. Depuis ce temps j'ai été souvent frappé par la similitude qui existe entre les lésions du charbon et celles d'une asphyxie lente, comme celle qui est causée par le météorisme, par exemple.

» La conception de la mort par asphyxie dans les maladies charbonneuses rend parfaitement compte des symptômes observés chez les animaux inoculés : ceux-ci, pendant toute la durée du temps qui s'écoule

entre le moment de l'inoculation et les dernières heures de la vie, ne paraissent pas malades, mais au dernier moment les phénomènes apparaissent, s'aggravent, se multiplient avec une rapidité étonnante et la mort arrive.

» Cette rapidité dans la succession de phénomènes graves a eu pour résultat de propager cette erreur que le charbon tue en quelques heures; en réalité il a dû se passer un temps plus ou moins long pendant lequel l'animal était sous le coup de la maladie sans en manifester les symptômes.

» Voici comment il me semble que l'on doive expliquer ces phénomènes :

» Immediatement après l'inoculation, le nombre des bactéridies mélangées au sang est très-petit, il y en a à peine quelques-unes dans les premières heures, et des recherches très-minutieuses n'en font souvent découvrir aucune : aussi la quantité d'oxygène qu'elles absorbent à ce moment peut-elle être considérée comme nulle; mais, ainsi que le pense M. Davaine, elles se multiplient suivant une progression géométrique, et la quantité d'oxygène absorbée par elles suit cette progression. Dans les derniers temps le nombre des bactéridies croît avec une rapidité effrayante, et bientôt les symptômes s'accusent en raison directe de ce nombre. Enfin l'animal meurt lorsque les bactéridies sont assez nombreuses pour absorber tout l'oxygène introduit à chaque inspiration : l'accélération des mouvements respiratoires ne fait que retarder la mort de quelques instants.

» Il y a quelques mois, je voulais vérifier l'exactitude de cette théorie en faisant, à divers moments, sur de grands animaux que j'aurais inoculés, des analyses des gaz du sang, mais je ne pus me procurer de sang charbonneux : ce sont des expériences qui devront être faites plus tard. »

M. D. Carrère adresse des échantillons de papiers irisés par une couche mince d'épaisseur variable.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AOUT 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* G.-B. Airy), *et à l'Observatoire de Paris, pendant le deuxième trimestre de l'année* 1877, communiquées par M. **Le Verrier**.

Dates. 1877.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(140) Siwa.				
		h m s	h m s		° ′ ″		
Avril	7	10.20.31	11.25.38,35		81.31. 0,6		Paris.
	11	10. 2.19	11.23. 9,84		81.17.35,2		Paris.
			(56) Melete				
				s			
Avril	7	10.47.42	11.52.54,36	— 2,01	91.11. 4,0	— 11″,5	Paris.
			(133) Cyrene ([a]).				
Avril	7	11.34. 0	12.39.19,13	— 7,94	104.17.26,9	— 67,0	Paris.
	19	10.47. 2	12.30.11,78	+ 3,68	103.30.17,0	— 60,8	Greenwich.

([a]) On n'a pu s'assurer si l'une ou l'autre de ces observations se rapporte à la planète.

Dates. 1877.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
				(60) Echo.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Avril	7	12.19. 6	13.24.33,68	+ 1,10	97.53.42,5	+ 4,0	Paris.
Mai	2	10.20.18	13. 3.59,32		95.11. 5,2		Paris.
	3	10.15.46	13. 3.22,60		95. 6. 6,9		Paris.
	5	10. 6.44	13. 2.13,03		94.56.38,8		Paris.
				(115) Thyra.			
Avril	16	10. 5.33	11.36.46.34	+ 5,13	103.13.19,3	— 37,0	Greenwich.
				(6) Hébé.			
Mai	15	12.42.18	16. 8.17,59	+ 5,88	87.41.41,4	+ 19,1	Greenwich.
	28	11.29.42	15.56. 4,75	+ 5,90	87.14. 9,9	+ 23,1	Paris.
	31	11.15. 7	15.53.17,36	+ 5,81	87.12.55,0	+ 23,5	Paris.
Juin	2	11. 5.26	15.51.27,83	+ 5,71	87.13.10,6	+ 22,7	Paris.
	7	10.41.24	15.47. 4,70		87.17.46,6		Paris.
	9	10.31.52	15.45.24,51		87.21.10,8		Paris.
				(11) Parthénope.			
Mai	15	13. 7.38	16.33.41,58	+ 1,34	104.51.44,4	+ 4,7	Greenwich.
	28	11.55. 1	16.21.28,69	+ 1,34	104.30.54,6	+ 7,0	Paris.
	31	11.40.18	16.18.32,57	+ 1,44	104.27.29,2	+ 8,9	Paris.
Juin	2	11.30.30	16.16.35,85	+ 1,41	104.25.31,5	+ 7,6	Paris.
	7	11. 6. 6	16.11.51,22	+ 1,41	104.22. 4,9	+ 7,5	Paris.
	14	10.41.48	16. 5.43,79	+ 1,25	104.21. 4,0	+ 4,5	Greenwich.
				(3) Junon.			
Mai	31	12. 7.31	16.45.50,33	+ 2,52	93.52.45,8	+ 2,0	Paris.
Juin	2	11.57.58	16.44. 8,76	+ 2,48	93.48.17,9	+ 2,4	Paris.
	7	11.34. 6	16.39.55,55	+ 2,65	93.39.20,7	+ 2,3	Paris.
	9	11.24.34	16.38.15,32	+ 2,67	93.36.43,7	+ 4,8	Paris.
	16	11. 0.43	16.32.35,66	+ 2,54	93.31.41,1	+ 3,4	Greenwich.
	19	10.46.38	16.30.18,11	+ 2,34	93.31.34,9	+ 2,9	Greenwich.
	25	10. 9.30	16.26. 3,48	+ 2,55	93.34.59,0	+ 1,6	Paris.
	27	10. 0.20	16.24.44,95	+ 2,39	93.37.11,2	+ 2,6	Paris.
				(59) Elpis.			
Juin	7	12.22.57	17.28.54,68	+ 0,54	99.53. 6,7	— 3,0	Paris.
	9	12.13.21	17.27. 9,76	+ 0,32	99.50.29,0	— 2,6	Paris.
	25	10.56.38	17.13.19,78	+ 0,38	99.45.23,5	— 1,6	Paris.
	27	10.47.11	17.11.43,52	+ 0,31	99.46.47,5	— 1,4	Paris.
	28	10.42.28	17.10.56,43	+ 0,23	99.47.36,4	— 4,5	Paris.
	30	10.33. 5	17. 9.25,12		99.49.44,2		Paris.

Dates. 1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(2) Pallas.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 19	13.39.57	19.24. 4,90	— 0,54	68.26.45,1	— 0,9	Greenwich.
30	12.39. 0	19.15.41,35	— 0,74	68.27. 7,7	— 0,8	Paris.

» Les comparaisons de Pallas et de Junon se rapportent aux Éphémérides du *Nautical Almanac*, toutes les autres se rapportent aux Éphémérides du *Berliner Jahrbuch*. Les observations ont été faites, à Paris, par MM. Périgaud et Callandreau. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations à propos d'un récent travail de M.* F.-F. Hébert, *relatif à l'hiver exceptionnel de* 1876-1877; par M. Faye.

« L'hiver dernier a été réellement exceptionnel. Tandis que de novembre à la mi-janvier des froids intenses sévissaient au nord-est de l'Europe et au nord de l'Asie, avec une pression barométrique très-élevée (près de 800 millimètres), nous avions sur toute l'Europe occidentale, et en France surtout, un climat d'été et une sécheresse étonnante (sauf des pluies diluviennes en certains pays) avec des pressions extrêmement basses (jusqu'à 716 millimètres). M. Hébert, qui a fait de ces phénomènes une étude spéciale et dont j'ai l'honneur d'offrir la publication à l'Académie ([1]), y a reconnu, par l'ensemble des observations qu'il a recueillies et les cartes qu'il a dressées, tous les caractères du siroco. C'est à une série de coups de siroco, bien plus prolongés, bien plus étendus qu'à l'ordinaire, qu'il faut attribuer l'allure de cet étrange hiver. Il y a là certainement un important résultat pour la Météorologie.

» L'auteur a été ainsi conduit à étudier théoriquement la nature du siroco ou du fœhn dont on ne connaissait pas jusqu'ici l'extension possible et le rôle occasionnellement si important dans des pays qu'il ne visite pas d'ordinaire. Je citerai textuellement sa conclusion :

« L'existence de mouvements tourbillonnaires pendant les phénomènes du siroco, qui avait été entrevue théoriquement par M. Faye ([2]), est donc aujourd'hui un fait absolument

([1]) En voici le titre : *Étude sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur le fœhn et le siroco, pendant l'hiver de* 1876-1877, par M. F.-F. Hébert, président de la Commission météorologique de la Haute-Vienne. C'est, je crois, la continuation d'un grand travail entrepris et abandonné temporairement par M. Tarry.

([2]) *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1877.

démontré ; ces mouvements tourbillonnaires sont descendants, et c'est en ramenant en bas l'air des hautes régions qu'ils lui communiquent la chaleur et la sécheresse qui caractérisent le siroco. »

» M. Hébert a dû, en effet, reconnaître le caractère tourbillonnaire de ces phénomènes ; dans le seul mois de décembre, 41 gyrations distinctes se sont montrées sur notre pays et les coups de siroco qui, en janvier dernier, ont donné une température presque estivale aux jours d'ordinaire les plus froids de l'année, avec une sécheresse sans précédent connu, ont évidemment appartenu aux trois grands tourbillons qui, à cette époque, nous sont venus comme tous les autres de l'Atlantique.

» Le second point, constaté par M. Hébert, c'est que ces mouvements gyratoires ont été descendants. C'est ainsi qu'ils ont engendré une chaleur et une sécheresse si extraordinaires.

» Ces deux points établis, et je crois que le beau travail de M. Hébert ne rencontrera pas de contradicteurs, je demande la permission de signaler une conséquence qui en résulte immédiatement. Voici les prémisses :

» 1° Ces coups de siroco ont été tourbillonnaires ;

» 2° Ces tourbillons-là ont été descendants ;

» 3° Ils ont été constamment accompagnés d'une forte dépression barométrique.

» Donc il n'est pas juste de dire, ainsi qu'on me l'a souvent objecté, qu'un tourbillon descendant, s'il en existait, ferait monter le baromètre, car on en voit ici qui certainement l'ont fait baisser.

» Je signalerai aussi cette conséquence aux météorologistes qui ont soutenu que les maxima barométriques, avec le beau temps et le froid qui les accompagnent, sont déterminés par des gyrations descendantes. Voici, en effet, des gyrations descendantes qui présentent au contraire un minimum de pression, une température insolite et des sécheresses de 0,16 à 0,07.

» Je la signalerai aussi aux météorologistes qui admettent, au contraire, que les maxima barométriques persistants, tels que celui qu'on a trouvé au centre de l'Atlantique nord par 30 degrés de latitude, sont le siége de mouvements gyratoires ascendants.

» La vérité est que les gyrations atmosphériques, cyclones, typhons, tornades et trombes, sont tout aussi descendants que le siroco, le fœhn et le simoum. Toutes ces gyrations présentent les mêmes caractères mécaniques [1] ; elles sont toutes également et invariablement accompagnées d'une

---

[1] Si, par exemple, le simoum arrache au désert d'énormes masses de sable, et en entraîne

dépression du baromètre, et si leurs effets physiques diffèrent pour la température ou l'humidité, c'est que les uns entraînent des cirrhus dont les autres se trouvent dépouillés. Pour aujourd'hui, je me borne à constater, d'après le travail de M. Hébert, que l'hiver dernier serait inintelligible si les tourbillons atmosphériques n'étaient pas descendants. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Recherche de documents relatifs à l'Expédition scientifique faite au Pérou, de* 1735 *à* 1743; par M. DE LA GOURNERIE.

« Quelques Membres de l'Académie savent que je me propose d'écrire l'*Histoire de l'Expédition du Pérou,* et que je m'occupe de réunir des documents sur cette grande entreprise. J'ai été récemment en Espagne, dans ce but, avec une mission du Ministre de l'Instruction publique.

» Les Archives des Indes se trouvent à Séville; il n'est pas facile d'avoir l'autorisation d'y faire des recherches. Les pièces relatives à l'Administration des anciennes vice-royautés ne sont communiquées que sur des ordres spéciaux que l'on ne peut se flatter d'obtenir. Je connaissais ces difficultés, mais la question dont je m'occupe étant purement scientifique, j'espérais pouvoir les lever.

» Mon premier soin à Séville a été de voir Mgr le duc de Montpensier, à qui notre confrère, M. le général Morin, avait annoncé mon voyage. S. A. R. a paru prendre un intérêt réel à mon travail, et m'a fait remettre une lettre pour don Francisco Juarez, directeur des Archives.

» Cette lettre, et celle que M. le Ministre de l'Instruction publique m'avait adressée pour autoriser ma mission, ont vaincu la résistance que M. Juarez opposa d'abord à mes demandes. Après quelques hésitations, il consentit à me communiquer les pièces qui concernent exclusivement la Compagnie expéditionnaire.

» La recherche n'a pas été très-longue, car les Archives et le Catalogue sont dans un ordre parfait. Nous avons trouvé vingt-deux lettres écrites par le président de l'Audience de Quito ou divers autres hauts fonctionnaires, et sept rapports, instructions ou pièces de divers genres donnant sur la Compagnie des renseignements étendus. Je ne compte pas les deux cédules par lesquelles Philippe V a autorisé l'Expédition, et qui sont déjà connues.

---

une partie à travers l'Afrique et la Méditerranée, jusqu'en Italie, d'autre part, le général de Nansouty a vu les coups de siroco de l'hiver dernier enlever et projeter au loin des cailloux de plus de 20 kilogrammes.

» Après avoir pris des mesures pour faire copier ces documents, je suis parti pour Cadix.

» On trouve souvent, dans les écrits relatifs à l'Expédition, le nom de M. Partyet, alors consul de France dans cette ville. Il était chargé par Maurepas de régler avec le tribunal de *contratacion* des Indes, et de rembourser les sommes que les Académiciens obtenaient des caisses royales du Pérou : puis, lorsque cette ressource vint à leur manquer par suite des exigences de la Chambre des comptes de Lima, il dut leur faire passer des traites sur des négociants de Quito. Partyet entretenait une correspondance d'une part avec Maurepas, de l'autre avec nos compatriotes et avec don Blas de Lezzo, gouverneur de Carthagène, qui lui transmettait toutes les nouvelles qu'il recevait de l'Expédition.

» Je pouvais donc espérer trouver à Cadix des documents très-utiles, notamment sur les dépenses; malheureusement, pendant les guerres du premier empire, les Espagnols, maîtres des Archives du Consulat, les déposèrent dans une casemate où elles sont restées jusqu'en 1816; et lorsqu'on les en retira, beaucoup de liasses étaient dans un état qui n'a pas permis de les conserver. Il ne reste que très-peu de pièces de la première moitié du XVIIIe siècle. J'ai trouvé sur l'Expédition les originaux de deux lettres peu importantes de Maurepas. et les minutes de quatre lettres de Partyet.

» J'ai eu, du reste, beaucoup à me louer de la complaisance du consul, M. Benedetti.

» Je regrette d'autant plus la destruction des archives du consulat de Cadix, que je manque de renseignements sur les dépenses de l'Expédition et les ordres qui ont été transmis, par Maurepas, aux Académiciens, pendant leur long séjour au Pérou.

» J'ai reçu de Séville, il y a quelques jours, les documents dont j'avais demandé la copie; je les ai immédiatement remis à un traducteur.

» Voici l'indication des établissements publics où j'ai trouvé des documents :

» L'Observatoire possède une partie considérable des papiers de Bouguer, quelques pièces de Godin, et plusieurs Notes utiles disséminées dans divers cartons.

» Les Archives de l'Institut renferment les procès-verbaux authentiques des observations faites à Tarqui et à Cochesqui, et plusieurs lettres relatives à la dispute que Bouguer a eue avec La Condamine.

» Les registres de l'ancienne Académie des Sciences ne contiennent, en général, que des indications très-sommaires sur les écrits envoyés du Pérou;

on y voit cependant un petit nombre de pièces intéressantes, non compris celles qui ont été publiées dans les Mémoires.

» J'ai trouvé dans les archives de la Marine des renseignements très-détaillés, mais seulement sur le début de l'Expédition, jusqu'au départ de Saint-Domingue. Des recherches nouvelles pourront peut-être me faire trouver d'autres documents.

» Le Muséum possède une partie de la correspondance de Joseph de Jussieu avec ses frères Antoine et Bernard.

» J'ai copié dans les Archives nationales les ordres du roi pour l'Expédition, et au Dépôt de la Marine diverses lettres de Godin et de Bouguer.

» Le savant bibliothécaire de Brest, M. Levot, a eu la complaisance de me transmettre sur Bouguer des renseignements pris dans les archives de ce port.

» A la demande de M. Boulard, consul général de France à Quito, le R. P. Menten, Directeur de l'Observatoire de cette ville, m'a envoyé quelques renseignements et une Notice très-intéressante, qu'il a publiée en 1875, sur les résultats scientifiques de l'Expédition et le procès des pyramides.

» Enfin, MM. Chasles, Dubrunfaut, Boutron et Feuillet de Conches, qui possèdent des collections importantes, ont bien voulu me confier des pièces pleines d'intérêt. M. de Boislisle m'a aussi communiqué des copies de plusieurs lettres de Maurepas.

» J'ai dit plus haut que les registres de l'Académie ne mentionnent souvent qu'en peu de mots les écrits envoyés du Pérou par les membres de l'Expédition. En voici deux exemples frappants pris l'un et l'autre dans le volume de 1739.

» On y lit, au procès-verbal de l'Assemblée du 28 novembre (p. 225) :
« M. de Réaumur a lu une observation faite au Pérou, par M. Godin, sur
» un nouveau métal. »

» Il s'agit probablement du platine qu'Ulloa, l'un des deux officiers espagnols attachés à l'expédition, signala neuf ans plus tard, non comme un métal, mais comme un minerai d'or tellement dur, que son traitement eût exigé beaucoup de travail et de dépense. (*Relacion historica del viage á la America meridional*, Madrid, 1748, p. 606. Voir aussi la table, p. 671.)

» Les premiers échantillons de minerai de platine ne sont arrivés en Europe qu'en 1741. L'écrit de Godin, s'il avait été transcrit, serait, sans doute, le plus ancien document sur ce métal.

» Le célèbre Mémoire de Bouguer *Sur les attractions et sur la manière d'observer si les montagnes en sont capables* est indiqué par ces lignes : « M. de Mairan a commencé à lire un Mémoire de M. Bouguer sur les » montagnes du Pérou » (p. 227); « on a fini de lire l'écrit de M. Bouguer » (p. 228). Le Mémoire n'a été connu que dix ans plus tard, en 1749, par la publication que Bouguer en a faite dans le livre de la *Figure de la Terre*.

» En dehors de leurs grands travaux pour la connaissance de notre globe et les progrès de la Géodésie, les Académiciens se sont occupés utilement de beaucoup de questions d'Astronomie, de Physique et d'Histoire naturelle qui ne se rattachaient pas d'une manière directe à l'objet principal de leur mission. Je ne veux pas énumérer aujourd'hui les découvertes qu'on leur doit; je rappellerai seulement que les variations régulières du baromètre dans les régions tropicales, dont notre confrère, M. Faye, nous parlait il y a quelques jours, ont été reconnues par Godin à la suite d'expériences faites à Guayaquil et à Quito (*Figure de la Terre*, p. xxxjx; *Journal du voyage à l'Equateur*, p. 50 et 109).

» L'expédition du Pérou est une gloire pour la France et pour l'Académie. Les difficultés sans nombre que nos compatriotes ont rencontrées, les souffrances qu'ils ont supportées, la fin tragique de plusieurs d'entre eux, donnent un intérêt tout particulier à l'histoire de leurs travaux.

» De nombreuses pièces relatives à cette expédition ont passé dans les ventes publiques; quelques-unes d'entre elles sont sorties de France. Je demande aux personnes qui les possèdent et qui auront connaissance de cette Note de m'accorder les facilités nécessaires pour en faire prendre des copies. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un exemple de réduction d'intégrales abéliennes aux fonctions elliptiques* (¹); par M. A. CAYLEY.

« Les valeurs de $x + y$, xy donnent sans beaucoup de peine celles de a, b, c, d, e; mais les réductions pour obtenir les valeurs des dix fonc-

(¹) Voir p. 265 et 373 de ce volume. — Dans la seconde Communication (p. 373), une erreur de composition a fait placer, à la suite de la treizième ligne de la page 374, deux pages et demie de texte qui ne devaient trouver place que dans la Communication suivante. Nous rétablissons intégralement cette seconde Communication : la troisième sera insérée dans le prochain numéro.

tions ab, ..., de sont très-pénibles; je donne seulement les résultats. Ces valeurs sont

$$\sqrt{\mathrm{a}} = \frac{1}{ab\xi'}\cdot \gamma\sigma_1\delta_1 \quad -\gamma_1\sigma\delta,$$

$$\sqrt{\mathrm{b}} = \frac{c}{\sqrt{ab}\,\xi'}\cdot -k'\sigma\gamma_1\delta_1 + l'\sigma_1\gamma\delta,$$

$$\sqrt{\mathrm{c}} = \frac{c}{\sqrt{b}\,\xi'}\cdot l\delta\sigma_1\gamma_1 \quad - k\delta_1\sigma\gamma,$$

$$\sqrt{\mathrm{d}} = \frac{c}{\sqrt{a}\,\xi'}\cdot l\delta\sigma\gamma_1 \quad + k\delta_1\sigma\gamma,$$

$$\sqrt{\mathrm{e}} = \frac{c}{\xi'}\cdot k'\sigma\gamma_1\delta_1 \quad + l'\sigma_1\gamma\delta;$$

où

$$\xi' = \gamma\sigma_1\delta_1 + \gamma_1\sigma\delta,$$

et puis

$$\sqrt{\mathrm{ab}} = \frac{c}{\xi'}\cdot \gamma\gamma_1\delta\delta_1 - k'l'\sigma\sigma_1,$$

$$\sqrt{\mathrm{ac}} = \frac{c}{\xi'(l\delta\sigma_1\gamma_1 - k\delta_1\sigma\gamma)}\cdot k(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta - l(k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1,$$

$$\sqrt{\mathrm{ad}} = \frac{c}{\xi'(l\delta\sigma_1\gamma_1 + k\delta_1\sigma\gamma)}\cdot k(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta + l(k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1,$$

$$\sqrt{\mathrm{ae}} = \frac{c}{\xi'(k'\sigma\gamma_1\delta_1 + l'\sigma_1\gamma\delta)}\cdot k'(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta + l'(k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1,$$

$$\sqrt{\mathrm{bc}} = \frac{\frac{1}{2}c^2}{\xi'}\cdot k'\delta_1^2 + l'\delta^2 - kl(k'\sigma^2\gamma_1^2 + l'\sigma_1^2\gamma^2),$$

$$\sqrt{\mathrm{bd}} = \frac{\frac{1}{2}c^2}{\xi'}\cdot k'\delta_1^2 + l'\delta^2 + kl(k'\sigma^2\gamma_1^2 + l'\sigma_1^2\gamma^2),$$

$$\sqrt{\mathrm{be}} = \frac{c}{\xi'}\cdot -\sigma\sigma_1\delta\delta_1 - \gamma\gamma_1,$$

$$\sqrt{\mathrm{cd}} = \frac{c}{\xi'}\cdot -\sigma\sigma_1\delta\delta_1 + \gamma\gamma_1,$$

$$\sqrt{\mathrm{ce}} = \frac{c}{\xi'}\cdot 1 - \frac{1+a}{c\sqrt{a}}k\sigma^2 - \frac{1+a}{c\sqrt{a}}l\sigma_1^2 + kl\sigma^2\sigma_1^2.$$

$$\sqrt{\mathrm{de}} = \frac{c}{\xi'}\cdot 1 - \frac{1+b}{c\sqrt{b}}k\sigma^2 + \frac{1+b}{c\sqrt{b}}l\sigma_1^2 - kl\sigma^2\sigma_1^2.$$

» Les valeurs de a, b, c, d, e donnent

$$\sqrt{\mathrm{X}}\sqrt{\mathrm{Y}} = \sqrt{\mathrm{a}}\sqrt{\mathrm{b}}\sqrt{\mathrm{c}}\sqrt{\mathrm{d}}\sqrt{\mathrm{e}}$$

$$= \frac{c^4}{(ab)^2\xi'^4}(\gamma\sigma_1\delta_1 - \gamma_1\sigma\delta)(-k'\sigma\gamma_1\delta_1 + l'\sigma_1\gamma\delta)$$

$$\times (l\delta\sigma_1\gamma_1 - k\delta_1\sigma\gamma)(l\delta\sigma_1\gamma_1 + k\delta_1\sigma\gamma)(k'\sigma\gamma_1\delta_1 + l'\sigma_1\gamma\delta),$$

$$= \frac{c^4}{(ab)^2\xi'^4}(\gamma^2\sigma_1^2\delta_1^2 - \gamma_1^2\sigma^2\delta^2)(-k'^2\sigma^2\gamma_1^2\delta_1^2 + l'^2\sigma_1^2\gamma^2\delta^2)$$

$$\times (l^2\delta^2\sigma_1^2\gamma_1^2 - k^2\delta_1^2\sigma^2\gamma^2);$$

j'ai vérifié que le signe s'accorde avec celui de la valeur obtenue au moyen des expressions rationnelles de $\sqrt{\mathrm{X}}$, $\sqrt{\mathrm{Y}}$.

» On vérifie en partie les valeurs des fonctions $\sqrt{\mathrm{ab}}$, $\sqrt{\mathrm{ac}}$, .., en considérant les différences des carrés de ces fonctions; mais ce calcul n'est pas toujours facile. Par exemple, nous avons

$$\mathrm{ac} - \mathrm{ad} = (a-b)(1 - abxy)$$

$$= \frac{c^2kl}{\xi'^2}(\xi'^2 - \zeta^2)$$

$$= \frac{4c^2kl}{\xi'^2}\sigma\sigma_1\gamma\gamma_1\delta\delta_1;$$

et cette valeur doit ainsi être égale à

$$\frac{c^2}{\xi'^2}\left\{ \frac{1}{(l\delta\sigma_1\gamma_1 - k\delta_1\sigma\gamma)^2}[k(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta - l(k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1]^2 \right.$$

$$\left. - \frac{1}{(l\delta\sigma_1\gamma_1 + k\delta_1\sigma\gamma)^2}[k(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta + l(k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1]^2\right\}.$$

» Pour voir cela, j'écris pour le moment

$$\mathrm{A} = k(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta, \qquad \mathrm{B} = l(k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1,$$

$$\alpha = l\delta\sigma_1\gamma_1, \qquad \beta = k\delta_1\sigma\gamma,$$

l'équation devient ainsi

$$4kl\sigma\sigma_1\gamma\gamma_1\delta\delta_1(\alpha^2 - \beta^2)^2 = (\alpha+\beta)^2(\mathrm{A}-\mathrm{B})^2 - (\alpha-\beta)^2(\mathrm{A}+\mathrm{B})^2,$$

$$= 4[\alpha\beta(\mathrm{A}^2 + \mathrm{B}^2) - \mathrm{AB}(\alpha^2 + \beta^2)];$$

or, en remarquant que AB et $\alpha\beta$ contiennent chacun le facteur $kl\sigma\sigma_1\gamma\gamma_1\delta\delta_1$,

cette équation devient

$$(\alpha^2-\beta^2)^2 = k^2(l'^2+l^2\gamma_1^4)^2\sigma^2\gamma^2\delta^2 + l^2(k'^2+k^2\gamma^4)\sigma_1^2\gamma_1^2\delta_1^2$$
$$-(l'^2+l^2\gamma_1^4)(k'^2+k^2\gamma_1^4)(l^2\delta^2\sigma_1^2\gamma_1^2+k^2\delta_1^2\sigma^2\gamma^2),$$

c'est-à-dire

$$(\alpha^2-\beta^2)^2 = [k^2(l'^2+l^2\gamma_1^4)\sigma^2\gamma^2 - l^2(k'^2+k^2\gamma^4)\sigma_1^2\gamma_1^2]$$
$$\times[(l'^2+l^2\gamma_1^4)\delta^2-(k'^2+k^2\gamma^4)\delta_1^2];$$

or les deux facteurs à droite se réduisant l'un et l'autre à

$$k^2\sigma^2\gamma^2\delta_1^2 - l^2\sigma_1^2\gamma_1^2\delta^2,$$

c'est-à-dire à $-(\alpha^2-\beta^2)$, la vérification est ainsi complétée.

» La différence be — cd donne un exemple beaucoup plus simple; on a

$$\begin{aligned} \text{be}-\text{cd} &= 1 + a.1 + b(-1+abxy) \\ &= \frac{c^2}{\xi'^2}(-\xi'^2+\zeta^2) \\ &= \frac{c^2}{\xi'^2}(-4\sigma\sigma_1\gamma\gamma_1\delta\delta_1); \end{aligned}$$

l'équation à vérifier est ainsi

$$-4\sigma\sigma_1\gamma\gamma_1\delta\delta_1 = (-\sigma\sigma_1\delta\delta_1-\gamma\gamma_1)^2-(-\sigma\sigma_1\delta\delta_1+\gamma\gamma_1)^2,$$

ce qui est juste. »

HYDRAULIQUE. — *Propriétés communes aux tuyaux de conduite, aux canaux et aux rivières à régime uniforme* [suite (1)]; par M. P. **Boileau**.

« On connaît l'historique des nombreuses recherches qui ont été effectuées pour déterminer la loi de la résistance des parois au mouvement de translation des courants liquides depuis l'année 1730, époque des expériences de Couplet sur les conduites d'eau de Versailles. Ces recherches n'ont pas encore fait obtenir des formules que les ingénieurs puissent employer avec une entière sécurité; de sorte que des considérations nouvelles peuvent être utiles. Je nommerai *intensité* la valeur de la résistance sur l'unité d'aire de la surface fluide en contact avec les parois des courants à régime uniforme, en exceptant ce qui a lieu dans les coudes et les bifurcations dont l'influence est un sujet spécial d'étude.

(1) Voir *Comptes rendus*, séances des 13 mars et 26 juin 1876, et 19 février 1877.

» *Ancienne base d'évaluation.* — Soient f l'intensité dont il s'agit, w la vitesse de la surface fluide précitée, a et b des coefficients numériques, et δ la densité du liquide. D'après une notion qui a été admise jusqu'ici, on aurait

$$(1) \qquad f = \frac{a}{g}\,\delta\left(w^2 + \frac{b}{a}\,w\right);$$

or, R_1 désignant le rayon moyen des courants, l'une des conditions du régime uniforme donne $f = \delta R_1 i$; d'un autre côté, en vertu de l'un des théorèmes que j'ai établis précédemment, celui des pertes de chute,

$$(2) \qquad i = K(V - w)^2.$$

V étant la vitesse du filet principal et K un facteur qui varie, d'un courant à un autre, avec la rugosité des parois, la profondeur et la largeur de la section liquide transversale, et même avec la figure du périmètre de cette section, nous avons donc, sous une forme comparable à l'expression (1),

$$(3) \qquad f = KR_1\delta\left[w^2 - 2\left(w - \frac{1}{2}V\right)V\right].$$

» On voit que le facteur de la fonction des vitesses, facteur que l'on regardait comme constant pour un même fluide et une même rugosité des parois, doit varier, en outre, avec les quantités géométriques précitées. La divergence est plus grande encore en ce qui concerne l'influence des vitesses; car, si les expressions (1) et (3) de f ont toutes deux un terme proportionnel à w^2, le second terme, au lieu d'être, dans tous les cas, additif et simplement proportionnel à w, est plus complexe, et il pourrait être soustractif, nul, ou positif, selon que cette vitesse serait supérieure, égale ou inférieure à la moitié de celle du filet principal; or, d'après ce qu'on peut conclure des résultats d'expériences et des relations entre les vitesses que j'ai obtenues, c'est le premier cas qui a ordinairement lieu. L'ancienne base des formules usuelles doit donc être abandonnée : on le comprend en se rappelant qu'elle provient de l'application aux courants, faite en 1803 par Girard [1] et, l'année suivante, par Prony, de la fonction par laquelle Coulomb avait représenté les résultats d'expériences destinées à déterminer « la cohérence des fluides et les lois de leurs résistances dans les

---

[1] *Voir* la belle et savante Notice de M. de Saint-Venant, *Sur la vie et les Ouvrages du colonel du Buat*, p. 29. Lille, 1866.

» mouvements très-lents (¹) », expériences dans lesquelles l'illustre inventeur de la balance de torsion faisait osciller, au contact d'un liquide contenu dans un vase cylindrique, un disque horizontal suspendu en son centre. En effet, ces oscillations provoquaient dans les couches liquides supérieures, comme on peut s'en assurer, des mouvements analogues décroissant à partir de la surface solide, de sorte qu'il en résultait des réactions d'inertie et des résistances intérieures qui augmentaient la résultante mesurée par la torsion du fil de suspension, résultante que la formule de Coulomb exprime. On voit que, entre ce cas où les impulsions motrices étaient communiquées par le disque, et celui des courants glissant, par l'action de la gravité, sur des parois fixes, la seule analogie est celle des chocs entre les molécules liquides et les aspérités de la surface solide.

» Les formules préparées pour les besoins de la pratique doivent être fonction, non de w et de V, ou de w seulement (²), mais de la vitesse moyenne U des courants; celle de la forme

$$(4) \qquad R_1 i = AU^2 + BU$$

qui a été en usage depuis Prony, et a servi pour établir des tables numériques, repose sur deux hypothèses, savoir, que la formule de Coulomb est applicable aux courants, et que le rapport de U à w est constant, hypothèses qui s'écartent notablement de la réalité. Au point de vue scientifique, cette formule est donc doublement inadmissible : quant aux approximations qui peuvent en résulter pour la pratique, elles ne paraissent pas être d'un degré suffisamment élevé, ce qui, d'ailleurs, a également lieu pour les autres relations entre U, i et R_1 qui ont été proposées, depuis quelques années, tant en France qu'à l'étranger. On préfère à ces dernières l'équation (4) de Prony, pourvue des expressions des facteurs A et B qui ont été déterminées empiriquement par M. Darcy, expressions qui ne dépendent que du rayon moyen des courants et de la rugosité des parois; or, je ferai remarquer que cette équation donne, U et i variant seules, des valeurs du rapport $\frac{U}{\sqrt{i}}$, qui décroissent quand i augmente, tandis que celles qui ré-

(¹) *Mémoires de l'Institut*, t. III.

(²) L'observation des vitesses du fluide en contact avec les parois ayant été généralement omise, nous ne pouvons conclure des résultats d'expériences connus une relation entre V et w.

sultent des expériences sur lesquelles on peut s'appuyer avec sécurité suivent une loi contraire.

» Avant d'exposer une nouvelle théorie, j'indiquerai ici la loi de l'influence de l'intensité de la résistance des parois sur le décroissement des vitesses. On a vu, dans ma Note du 26 juin 1876, qu'en général

$$(5) \qquad V - v = (V - w) F(y),$$

v étant la vitesse d'une nappe liquide d'un courant à régime uniforme, et y la distance au filet principal du point inférieur d'intersection de cette nappe et de la tranche longitudinale du thalweg; or, de cette relation et de l'expression (3), ou

$$f = KR_1 \delta (V - w)^2,$$

il résulte

$$(6) \qquad V - v = \frac{1}{\sqrt{KR_1 \delta}} \sqrt{f} F(y);$$

en conséquence, *l'influence de la résistance des parois sur le décroissement des vitesses des nappes liquides, à partir du filet principal, s'exerce proportionnellement à la racine carrée de l'intensité de cette résistance.* »

MÉDECINE. — *La peste en 1877. Troisième recrudescence à Bagdad. Deux foyers d'origine en Perse.* Note de M. **J.-D. Tholozan.**

« Téhéran, 20 juin 1877.

» Après six mois environ d'assoupissement complet, la peste a reparu à Bagdad en février 1877. Sa marche ascensionnelle et véritablement épidémique ne date que du mois de mars, et, à la fin d'avril, on y comptait environ *cinquante* décès par jour. Au commencement de juin on n'en comptait plus que *deux*. L'épidémie de cette année a eu une durée plus courte que celle de 1876; la mortalité a été beaucoup moins élevée et la diffusion, hors de la capitale, presque nulle. Ainsi voilà quatre années successives que la peste se montre épidémique en Mésopotamie dans les mois d'avril et de mai. L'existence d'une endémo-épidémie de peste dans cette contrée est aujourd'hui un fait établi et bien palpable. La maladie a résisté à tous les essais de quarantaine locale et de désinfection. L'application infructueuse de ces moyens prophylactiques ne prouve pas leur inutilité : elle montre seulement que l'hygiène publique laisse beaucoup à désirer en Orient. Mais, d'un autre côté, il faut bien reconnaître que la peste, comme le

choléra, la diphthérie, la fièvre typhoïde, peut prendre, à certaines époques et dans certains milieux, un développement épidémique dont la science actuelle n'a pas encore pu déterminer les causes réelles et dont nous ne pouvons arrêter la progression ascendante ni hâter le déclin.

» S'il en est ainsi, on doit craindre la propagation ou l'irradiation du foyer de peste de Bagdad dans différentes directions. La persistance du fléau, pendant quatre années consécutives dans la même zone, est loin de démontrer son innocuité pour les pays voisins. De même qu'au printemps de l'année passée la peste s'est manifestée à Chuster, en Perse, à la suite de l'arrivée de pèlerins des localités infectées de la Mésopotamie, de même, les années suivantes, la peste peut, par étapes successives, envahir la Syrie ou l'Anatolie. La guerre actuelle entre la Turquie et la Russie peut agir, sous ce rapport, d'une manière funeste en favorisant le transport de la maladie par les troupes asiatiques et en créant, dans les agglomérations d'hommes qu'entraînent les nécessités stratégiques, des conditions hygiéniques défavorables qui prédisposent à la maladie. La peste, comme le typhus et le scorbut, affectionne les milieux créés par les nécessités de la guerre.

» Si le mode d'extension et de propagation de la peste par contagion doit être admis quand des faits positifs sont cités à son appui, il faut, d'un autre côté, avoir toujours en vue que cette extension n'est pas un fait nécessaire, même quand les circonstances paraissent devoir la favoriser. Les maladies pandémiques restent quelquefois confinées à certaines localités : elles n'en sortent que dans des circonstances difficiles à préciser.

» A côté de la propagation par contagion, à laquelle je viens de faire allusion, il faut aussi admettre les cas dans lesquels, en dehors de toute importation possible, de nouveaux foyers originels se développent à grande distance et tout à fait indépendamment des premiers. Si la contagion du typhus bubonique est un fait incontestable, son éclosion spontanée est aussi aujourd'hui nettement établie par les faits dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie en 1874 (¹). Je viens maintenant apporter quelques nouvelles données à ce sujet.

» Au premier tiers de la route de Téhéran à Méched, se trouve la ville de Charoud, à 25 lieues de l'angle sud-est de la mer Caspienne, à 1000 mètres d'altitude environ, dans un climat froid l'hiver, tempéré l'été, dans une vallée large, belle et sans marécages. A 4 lieues au sud

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 1351.

de cette ville, dans la plaine, se trouvent les petits villages de Djaférabad et de Dézedje, distants de 1 kilomètre l'un de l'autre. Là, une maladie tout à fait extraordinaire pour les habitants fit apparition au mois de décembre 1876. Des gonflements inflammatoires se montraient aux aines, aux aisselles et derrière l'oreille. Ils s'accompagnaient d'une fièvre intense avec céphalalgie et troubles de l'intelligence. La mort survenait du deuxième au quatrième jour. Ces tumeurs se montrèrent de préférence sur les femmes fortes et sanguines. Sur deux cents personnes environ qui habitent ces deux villages, il y eut quatorze cas de fièvre bubonique et huit décès. Cette maladie dura environ un mois et disparut ensuite à la fin de janvier. Il est à remarquer que personne dans ces localités n'a fait le pèlerinage de la Mésopotamie depuis plus de deux ans. Ces villages ne sont pas non plus sur le passage des pèlerins ni des caravanes ; ils sont éloignés de 3 kilomètres de la route de Méched et ne servent jamais de lieu d'étape aux voyageurs ni aux muletiers.

» L'épidémie dont il me reste à faire mention a été mieux observée dans ses détails que la précédente. Elle a, du reste, par son siége, sa durée et le nombre des cas qui se sont développés déjà depuis plus de trois mois, une grande importance : après un hiver exceptionnellement doux et sec, on observa à Rècht, chef-lieu de la province du Guilan, quelques cas de fièvre continue, analogue au typhus. Au commencement du mois de mars, on remarqua ensuite, non sans étonnement, sur plusieurs personnes, des bubons aux aines et aux aisselles. Ils étaient quelquefois précédés ou accompagnés d'une fièvre grave, avec éruption pétéchiale noirâtre, et dans tous ces cas ils étaient mortels. Quand la fièvre était peu intense, quand il n'y avait pas de pétéchies, pas de symptômes typhiques, les malades guérissaient presque tous en quelques jours; ces cas étaient trois ou quatre fois plus nombreux que les autres. Quelques-uns de ces bubons s'abcédèrent, d'autres disparurent par résolution. Les médecins du pays m'ont écrit que, depuis plus de quarante ans, ils n'avaient jamais rien observé de semblable. Après avoir donné lieu, pendant deux mois, à deux ou trois décès seulement par jour, cette fièvre bubonique a augmenté à la fin de mai, et, au commencement de juin, on évaluait à 170 le nombre des cas graves qui ont été presque tous mortels en deux ou trois jours, et à environ 600 le nombre des cas légers qui ont presque tous guéri. La maladie, concentrée pendant le premier mois dans une rue basse et infecte et dans la classe la plus pauvre de la population, s'est étendue ensuite successivement à tous les quartiers, et, il y a quelques jours, deux districts situés au nord-ouest de la

ville, à une distance de 3 ou 4 lieues, ont été infectés aussi. La ville de Rècht, qui a un grand commerce avec la Russie et le centre de la Perse, est située au milieu d'une forêt marécageuse, à quelques lieues de la mer Caspienne, sur un sol d'alluvion, à 15 mètres environ d'altitude. Elle est entourée de rivières et de grandes plantations de mûriers. La base de l'alimentation du peuple est le riz, le poisson frais ou salé et les oiseaux aquatiques.

» Toutes les recherches ont été infructueuses, à Rècht comme à Charoud, pour trouver une relation quelconque entre cette peste, que je crois d'origine persane, et celle de la Mésopotamie, qui est évidemment d'origine turque. Les premiers cas de peste à Rècht datent d'une époque où la maladie s'était à peine développée à Bagdad. De plus, il n'est pas arrivé à Rècht de pèlerins ni de caravanes de la Mésopotamie.

» Il faut donc admettre qu'il y a eu, en Perse, au commencement de 1877, deux foyers d'origine de peste bubonique, l'un presque insignifiant et éteint sur place, l'autre étendu à une ville de vingt mille habitants, et menaçant en ce moment d'envahir le Guilan tout entier et peut-être d'autres parties du royaume. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Résultats obtenus par l'application du sulfure de carbone aux vignes attaquées par le Phylloxera.* Extrait d'une Lettre de M. Allies à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai eu l'honneur de vous rendre compte, à diverses reprises, pendant l'année 1876, des travaux exécutés dans le champ de Ruissatel, en vue de détruire le Phylloxera. On a introduit dans le sol, pendant plusieurs années, de petites doses de sulfure de carbone ($7\frac{1}{2}$ grammes par trou), répétées pendant la durée de la végétation. Le champ de Ruissatel, après avoir été dévasté successivement dans ses diverses parties, doit être en plein rapport à partir de l'année prochaine.

» Je crois utile d'arrêter votre attention sur un fait que j'ai observé pendant plusieurs années. Le traitement au sulfure produit quelquefois l'altération des rameaux; mais cette altération n'est que passagère, et la vigne

reprend ensuite ou continue sa reconstitution. Cette altération accidentelle ne s'est jamais produite, à Ruissatel, que sur des vignes qui étaient arrivées au maximum du dépérissement, avec cette particularité que, dans un lot de vignes également épuisées, une ou plusieurs, en petit nombre, étaient quelquefois altérées par le sulfure, tandis que les autres ne l'étaient pas. L'altération ne se produit pas sur les vignes dont le système radiculaire est complet ou à peu près, soit qu'il ait été reconstitué, soit qu'il ait été conservé.

» Ce que je viens d'indiquer s'applique exclusivement aux petites doses de sulfure introduites dans le sol et espacées du tronc de la vigne, ainsi que je le pratique depuis octobre 1874. »

M. **J. Doublet**, M. **W. Jaffeux** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

La **Commission départementale de la Charente-Inférieure** transmet à l'Académie un bulletin relatif à l'emploi des sulfocarbonates et du sulfure de carbone, pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume des « Transactions de la Société royale des Arts et des Sciences de l'île Maurice ».

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle planète par M.* Watson. Dépêche télégraphique de M. **Joseph Henry**, communiquée par M. Le Verrier.

(Dépêche reçue de Washington, le 19 août, à 8 heures du matin.)

« Planet by Watson, Ann-Arbor, eight august. Position, sixteenth, twenty one fourteen, south fifteen forty seven. Motion sixty eight seconds, north two minutes. Tenth.

Signé : Joseph Henry. »

« Planète découverte par Watson, Ann-Arbor, le 8 août. Position le 16 août, ascension droite : $21^h 14^m$. Déclinaison sud : $15° 47'$ Mouvements, ascension droite : 68 secondes. Déclinaison : $+ 2'$. 10e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Découverte de deux satellites de Mars par M.* Hall, *à Washington.* Dépêche télégraphique de M. **Joseph Henry**, communiquée par M. Le Verrier.

« Washington, 19 août, 4 heures soir. — Two satellites of Mars by Hall, at Washington. First : elongation west ; august eighteenth, eleven hours Washington, distance eighty seconds ; period thirthy hours. Distance of second : fifty seconds. *Signé :* Joseph Henry. »

« Washington, 19 août, 4 heures du soir. — Deux satellites de Mars ont été découverts par M. Hall, à Washington. Le premier, élongation ouest ; 18 août, 11 heures, temps moyen de Washington ; distance, 80 secondes ; période, 30 heures. Distance du second : 50 secondes. »

ASTRONOMIE. — *Sur un système stellaire en mouvement propre rapide ;* par M. C. **Flammarion.**

« Les recherches que j'ai entreprises sur les étoiles doubles et les mouvements propres m'ont conduit à la découverte de plusieurs systèmes stellaires. Je nomme ainsi les groupes d'étoiles voisines animées d'un mouvement propre commun dans l'espace, et il me semble qu'ils sont appelés à jouer un grand rôle dans la connaissance de l'Astronomie sidérale. Ces systèmes sont certainement formés d'étoiles physiquement associées ; car le mouvement propre de la plus brillante est partagé par la seconde et, dans certains cas, par plusieurs autres compagnes, et souvent ce mouvement propre est considérable. On ne rencontre pas seulement de tels systèmes parmi les étoiles doubles dont l'écartement angulaire n'est que de quelques secondes, mais encore parmi des étoiles écartées à plusieurs minutes, et même à plusieurs degrés de distance.

» Les astronomes savent combien il est difficile de dégager la valeur certaine d'un mouvement propre des nombreuses causes d'erreurs qui accompagnent la détermination des positions absolues des étoiles, et combien on doit être réservé avant d'affirmer la réalité d'un mouvement rapide et à plus forte raison celle de deux ou plusieurs qui paraissent associés. C'est pourquoi je crois utile de signaler ces groupes, afin que des mesures spéciales plus précises encore les vérifient et les confirment. La constatation de ces mouvements présente un intérêt de premier ordre pour l'étude de l'Astronomie sidérale.

» J'appellerai d'abord l'attention sur un système formé de deux étoiles circompolaires qui paraissent reliées entre elles par un mouvement propre

commun rapide, quoiqu'elles soient éloignées l'une de l'autre de plus de 6 minutes de temps en ℛ et de près de 10 minutes d'arc en Ⓓ, fait d'autant plus remarquable et digne d'intérêt, que l'une des deux est double et formée de deux petites composantes resserrées à $1'',2$ de distance angulaire.

» Ces étoiles ont été l'objet de nombreuses observations. La première est l'étoile 7510 B.A.C. de $5\frac{1}{2}$ grandeur. Elle est la même que 3511 Groombridge, 974 Pond, 22490 Oeltzen-Argelander, 5299 Radcliffe (¹). Sa position sur la sphère céleste est la suivante, rapportée à l'équinoxe de 1880 :

$$ℛ = 21^h 28^m 20^s; \quad \text{D. P.} = 9^\circ 59' 55''.$$

» La seconde est l'étoile 2801 Σ, de 7ᵉ grandeur. Elle est la même que 41971 Lalande, 3477 Groombridge, 5242 Radcliffe, mais ne se trouve pas dans le B.A.C. Sa position pour 1880 est

$$ℛ = 21^h 22^m 2^s; \quad \text{D. P.} = 10^\circ 9' 50''.$$

» La différence de position entre ces deux étoiles est donc de $6^m,18$ en ℛ, et de $9'55''$ en Ⓓ.

» D'après les réductions des observations, le mouvement propre annuel de l'étoile 7510 B.A.C. est adopté à la valeur suivante (²) :

$$ℛ = +0^s,119; \quad \text{D. P.} = -0'',100.$$

» Celui de 2801 Σ a été évalué par W. Struve à $\Delta ℛ \cos Ⓓ = +26'',7$ et $\Delta Ⓓ = +9'',3$ pour le mouvement séculaire (³). En divisant le chiffre de l'ℛ par le cos Ⓓ et en réduisant en temps, on trouve pour le mouvement annuel de l'étoile dans sa position : $ℛ = +0^s,099$; D. P. $= -0'',093$.

» D'autre part, les observations méridiennes contenues dans les catalogues de Lalande, Groombridge, Σ Dorpat et Σ Pulkowa (⁴) donnent les résultats suivants :

	s	″
Struve — Lalande.........	+ 0,127	— 0,160
Struve — Groombridge.....	+ 0,126	— 0,140
Pulkowa — Dorpat........	+ 0,078	— 0,030

(¹) Elle pourrait s'identifier d'une manière satisfaisante avec deux étoiles de Lalande : 42215 et 42218. Ces deux étoiles paraissent faire double emploi et provenir de deux observations différentes de la même étoile. Leur différence de position n'est que de 1 seconde en ℛ et de $3'',7$ en Ⓓ. Ce serait une étoile double. Mais elle n'a jamais été observée comme telle.

(²) Voir le B.A.C., p. 51, Cat. de Radcliffe, 1860, p. 304, etc.

(³) *Positiones mediæ*, p. CCXXI.

(⁴) *Positiones mediæ*, p. 331, 347 et 353.

» La moyenne de ces quatre déterminations est

$$\mathcal{R} + 0^s,108; \quad \text{D. P.} - 0'',106.$$

» Ainsi les mouvements qui animent ces deux étoiles sont de même direction et presque de même vitesse, et dépassent de beaucoup la moyenne ordinaire des mouvements propres. Comme nous l'avons remarqué tout à l'heure, la première de ces deux étoiles est simple et la seconde est double. Leur association forme donc un *système stellaire*, et ce système offre la plus grande ressemblance avec celui des étoiles 30 Scorpion et 36 A Ophiuchus, où une étoile simple et une étoile double sont également associées dans une communauté de mouvements, quoique éloignées à 12 minutes d'arc l'une de l'autre.

» Remarque digne d'attention, la direction du mouvement que nous venons d'étudier est presque opposée à celle de la translation du Soleil dans l'espace; et il en est de même de celui des étoiles 30 Scorpion et 36 A Ophiuchus. Nous pouvons donc penser que ces mouvements sont dus en partie à la perspective de notre propre déplacement, et que peut-être ces étoiles ne sont pas très-éloignées de nous.

» Le couple de l'étoile double 2801 Σ est formé de deux étoiles (7,3 et 8,0), écartées à 1'',2 seulement de distance angulaire, et dont le mouvement orbital est extrêmement lent.

» Il serait utile de vérifier, par de nouvelles observations, la grandeur et la similitude de ces deux mouvements propres si remarquables. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les caractères des flammes chargées de poussière saline.* Note de M. **Gouy**, transmise par M. Desains.

« Les flammes produites par un mélange détonant de gaz d'éclairage et d'air chargé de poussière saline ([1]) se distinguent par divers caractères des flammes colorées, que l'on observe d'ordinaire dans les analyses spectrales, et donnent lieu aux remarques qui suivent :

» 1. Certains sels, comme les chlorures de cuivre, de calcium, etc., qui donnent d'ordinaire des raies propres au sel non décomposé, ne montrent ici rien de pareil, et sont entièrement dissociés; ainsi, l'azotate et le chlorure de calcium, l'azotate et le chlorure de cuivre donnent le même spectre. Pour ce dernier métal, le spectre du chlorure reparaît quand on charge la

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 231.

flamme d'acide chlorhydrique, ou quand on la refroidit par un moyen quelconque; ainsi la flamme réductrice brûlant dans un courant de gaz d'éclairage s'entoure d'une enveloppe bleue qui donne les bandes du chlorure; de même, quand la flamme contient un grand excès d'air, sa pointe se colore en bleu pur et donne uniquement le spectre du chlorure; un corps froid, comme une baguette de verre, introduit dans la flamme, s'entoure d'une gaîne bleue qui donne encore les bandes du chlorure. Si l'on voit ce spectre en opérant par la méthode ordinaire, c'est donc au refroidissement produit par le fil de platine qu'on le doit.

» Le chlorure de strontium, et surtout celui de baryum, ne sont pas entièrement dissociés dans les mêmes circonstances.

» La même méthode se prête facilement à l'étude des spectres produits par des flammes oxydantes ou réductrices; il suffit de charger le mélange d'un excès d'air, ou bien de faire brûler la flamme réductrice dans un courant de gaz d'éclairage. On rend le mélange détonant tout à fait homogène, en lui faisant traverser un récipient de 15 litres. On observe alors que les spectres des métaux ne disparaissent pas brusquement pour une certaine composition du mélange, mais s'affaiblissent graduellement quand l'excès d'air augmente; ainsi, la quantité de métal qui demeure libre est une fonction continue de l'excès d'oxygène dans la flamme, fonction très-différente pour les divers métaux.

» Il en est de même pour les oxydes, ou du moins pour l'oxyde de cuivre qui, seul, donne un beau spectre et se prête facilement à ces expériences. Avec un excès d'air, il donne une flamme verte, dont le spectre est bien connu; la flamme, en devenant réductrice, devient rougeâtre; elle donne encore le même spectre, mais les bandes rouges y dominent. Quelle que soit la cause de ce changement remarquable, il n'est pas douteux qu'il existe encore de l'oxyde de cuivre en vapeur dans cette flamme, qui réduit l'oxyde de cuivre solide. Nous savons, d'ailleurs, depuis les travaux de M. H. Sainte-Claire Deville, qu'une pareille flamme contient de l'oxygène libre.

» Ces observations me paraissent montrer la nécessité d'opérer avec des flammes homogènes et non refroidies pour avoir des résultats bien définis, et qui puissent être de quelque utilité pour la spectroscopie sidérale. On voit, par exemple, que l'absence des raies des chlorures dans le spectre solaire ne saurait être l'indice d'une température excessive.

» 2. Dans une Note citée plus haut, j'ai montré que la surface du cône intérieur, qui forme la base de toute flamme homogène, possède un pouvoir

émissif particulier quand le mélange détonant tient en suspension des poussières salines, et donne les mêmes raies que l'étincelle d'induction éclatant sur une solution du même sel : à la liste des métaux qui montrent ce phénomène, je puis ajouter aujourd'hui le sodium, le bismuth, l'étain, le chrome et l'osmium.

» Cette circonstance m'a engagé à étudier en détail la structure et les variations de cette surface ; j'ai eu soin de règler toujours le débit de telle façon que le cône eût une hauteur voisine du diamètre de sa base.

» Quand le mélange détonant ne tient pas de poussière saline en suspension, la surface du cône donne uniquement les raies du carbone, et subit, si la composition du mélange varie, de grandes variations de couleur, qui sont décrites le plus souvent d'une manière peu exacte. Quand la flamme ne contient ni excès d'air, ni excès de gaz, et qu'elle a sa température maximum, cette surface est bleue : avec un excès d'air, elle devient violette, et son spectre à peu près continu ; avec un excès de gaz, elle devient d'abord verte, puis bleue et moins brillante : c'est le cas ordinaire de la flamme de la lampe Bunsen. En même temps elle s'épaissit, ses bords deviennent peu distincts, et elle finit, quand la flamme commence à être brillante vers sa pointe, par s'effacer complétement.

» Un fil de métal très-fin, porté sur un fil plus gros et introduit dans le cône intérieur, permet d'y étudier la distribution des températures. On voit ainsi que, lorsque la flamme n'a pas un grand excès de gaz, la température semble augmenter brusquement à la surface du cône ; avec un grand excès de gaz, le fil rougit déjà à une distance de 1 millimètre et plus de cette surface. Il en résulte que, si nous mettons en suspension, dans le mélange combustible, du chlorure de cuivre pulvérisé, ce sel se volatilisera avant d'atteindre la surface du cône, rayonnera un instant, puis, sa température croissant, il se dissociera. Nous verrons donc paraître une surface bleue équidistante de la première, et, entre les deux, un espace obscur. C'est ce qui arrive en effet : la nouvelle surface est plus brillante que l'autre et donne les bandes du chlorure ; l'intervalle obscur peut dépasser 1 millimètre, et diminue en même temps que l'excès de gaz.

» Avec l'acétate de cuivre, la surface du cône devient rosée, la flamme étant un peu rougeâtre ; au-dessous d'elle, on voit une mince couche verte, qui paraît devoir être attribuée à de l'oxyde de cuivre volatilisé dans le mélange déjà très-chaud, mais non combiné ; quant à la surface rosée, elle a la couleur que prend l'oxyde de cuivre dans une flamme réductrice.

» Avec un grand nombre d'autres sels, comme ceux de chaux, de strontiane, etc., la surface du cône, pour un grand excès de gaz, perd sa couleur propre et prend celle de la flamme, sur laquelle elle se dessine en clair; il en est encore de même pour les sels, tels que le chlorure de cobalt, qui donnent une flamme blanche, remplie de particules solides, très-petites.

» 3. J'ai réussi à donner un grand éclat au spectre du cône intérieur, en plaçant vingt petites flammes en ligne droite dans l'axe du collimateur du spectroscope. Cette disposition m'a permis de confirmer et d'étendre à un plus grand nombre de raies les résultats déjà acquis, et aussi d'étudier le spectre du chlorure de platine. Ce sel donne, à la base de la flamme, un spectre de bandes qu'on ne fait qu'entrevoir en opérant par la méthode ordinaire, et que l'étincelle ne donne pas; ce spectre est formé de seize bandes, groupées deux par deux comme celles du chlorure de cuivre, mais plus larges et plus espacées. Leur bord droit (du côté du violet) est très-net, et elles sont dégradées à gauche ; quelques-unes sont sillonnées de raies noires équidistantes. On voit aussi quelques raies nébuleuses plus faibles, par groupes de deux ou trois. Ce spectre s'étend du rouge au violet; quelques bandes, et non les plus fortes, sont encore visibles au-dessus du cône intérieur. On doit attribuer ce spectre au protochlorure de platine qui, d'après MM. Troost et Hautefeuille, se reforme à une température élevée [1].

» Toutes ces observations s'accordent pour indiquer l'existence, à la base de la flamme, d'une couche très-mince où la température est bien plus élevée que dans la flamme elle-même, résultat que la théorie rendait d'ailleurs probable [2]. »

CHIMIE. — *Recherches sur les chromates.* Note de M. **A. Etard**, présentée par M. Cahours.

« I. La réaction d'une molécule de chromate neutre de potasse en dissolution aqueuse sur une molécule de sulfate ou de chlorhydrate d'ammoniaque donne lieu, à la température de 100 degrés, à un dégagement abondant de vapeurs ammoniacales, tandis que la liqueur devient de plus en plus acide. Finalement, l'ammoniaque étant complétement chassée, on ob-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 946.

(2) *Mémoire sur la température des flammes et la dissociation*, par M. Vicaire (*Annales de Chimie et de Physique*, 1870).

tient du bichromate de potassium et, selon le cas, du sulfate ou du chlorure de ce métal.

» L'ammoniaque n'étant chassée que graduellement par l'ébullition, j'ai pensé que la réaction n'était pas aussi simple que le semble indiquer sa représentation brute par l'équation

$$2CrO^4K^2 + 2AzH^4Cl = 2KCl + 2AzH^3 + H^2O + Cr^2O^7K^2;$$

aussi me suis-je efforcé d'en saisir le mécanisme en examinant les sels en dissolution aux différentes phases de la transformation. Le couple chromate de potasse et sulfate d'ammoniaque est peu propre à cette étude, à cause de l'isomorphisme de ses composants qui tendent à s'unir en toutes proportions. En opérant avec le chlorhydrate d'ammoniaque et avec des solutions chaudes préparées séparément, on obtient par refroidissement, quand la liqueur n'a pas encore perdu d'ammoniaque, une abondante cristallisation d'aiguilles jaunes, longues et brillantes.

» Ce sel, bien égoutté et desséché à l'air, a pour formule

$$CrO^2\left\{\begin{matrix}OK\\OAzH^4\end{matrix}\right. + H^2O;$$

c'est le chromate mixte de potasse et d'ammoniaque, terme de passage cherché pour la réaction ci-dessus qui devient

$$CrO^2\left\{\begin{matrix}OK\\OK\end{matrix}\right. + AzH^4Cl = KCl + CrO^2\left\{\begin{matrix}OK\\OAzH^4\end{matrix}\right.$$

et par ébullition avec de l'eau :

$$\left(CrO^2\left\{\begin{matrix}OK\\OAzH^4\end{matrix}\right.\right)^2 = AzH^3 + H^2O + Cr^2O^7K^2.$$

Cette dernière propriété du chromate mixte a été vérifiée en préparant ce sel directement au moyen du bichromate de potasse dissous à froid dans l'ammoniaque, en vertu d'une équation précisément inverse de la précédente :

$$Cr^2O^7K^2 + 2AzH^3 + H^2O = 2CrO^2\left\{\begin{matrix}OK\\OAzH^4\end{matrix}\right.$$

et qui forme une réaction circulaire dans laquelle l'ammoniaque ne fait que passer, la volatilité de la base rendant la formation du sel ou sa décomposition uniquement dépendante de la température.

» Quelle que soit la méthode employée pour l'obtenir, le chromate

mixte de potasse et d'ammoniaque cristallise en longues aiguilles orthorhombiques très-aplaties, contenant H^2O. A 100 degrés, il perd de l'eau et de l'ammoniaque; à 250 degrés, il devient brun et retient encore des traces d'ammoniaque; repris par l'eau, il donne du chromate potassique et du chromate de chrome brun hydraté; au rouge, il perd de l'eau et de l'ammoniaque, et laisse du chromate neutre et du sesquioxyde chromique.

Perte au rouge sombre.........	18,0 pour 100.
Ammoniaque dosée...........	9,1 »

» La formule CrO^4KAzH^4,H^2O exige 18,3 et 9,0 pour 100.

» Entre ce chromate mixte et le corps $CrO^2\left\{\begin{matrix}OK\\AzH^2\end{matrix}\right.$ déjà connu et préparé au moyen du chlorochromate de potasse, il existe des rapports d'amide à acide :

$$CrO^2\left\{\begin{matrix}OK\\OAzH^4\end{matrix}\right. - H^2O = CrO^2\left\{\begin{matrix}OK\\AzH^2.\end{matrix}\right.$$

» II. Le chromate de potasse étant complétement isomorphe avec le sulfate de la même base, comme je m'en suis assuré une fois de plus, j'ai essayé d'obtenir des sels doubles $SO^4M, CrO^4R^2nH^2O$ analogues aux sels de la série magnésienne $SO^4M, SO^4R^2, 6H^2O$; mais, en faisant cristalliser en vue de ce résultat molécules égales de sulfate de magnésie et de chromate de potasse, il ne s'est pas formé de sels répondant à cette formule générale. Quand on emploie 2 molécules de sulfate de magnésie pour une de chromate potassique, il se forme de gros prismes clinorhombiques jaunes très-réguliers, modifiés selon h' et g'; et souvent aussi sur a, e, o. L'analyse de ces cristaux conduit à la formule $(SO^4Mg)^2CrO^4K^2, 4H^2O, 5Aq$.

		Trouvé pour 100.	Calculé.
P = 1500 à 100 degrés	1327	11,5 Aq	11,5
P = 1120 à 250 »	886	27.3 H^2O total	27,0
P = 817 CrO^3 dosé	140	17,1 CrO^3	17,1

» Ce sel diffère donc de ceux de la série magnésienne par une molécule de sulfate magnésien et 3 molécules d'eau en plus, et en ce qu'à 100 degrés il retient 4 molécules d'eau. Il est à remarquer que dans ce chromate, ainsi que dans bien des sulfates, entre autres celui de chrome violet, l'eau retenue à 100 degrés est précisément dans les proportions qu'exigerait un sel contenant dans sa molécule l'acide sulfurique à l'état d'hydrate $SO^4H^2, 2H^2O$, soit en équivalents : $SO^3HO, 2HO$ acide hydrique de Millon.

On aurait de la sorte

$$\left(SO^4\left\{\begin{matrix}Mg\\2H^2O\end{matrix}\right.\right)^2,\quad CrO^4K^2, 5H^2O$$

et en équivalents

$$2(SO^3MgO2HO),\quad CrO^3KO, 5HO.$$

» Le sulfate de magnésie est le seul qui m'ait donné jusqu'à présent ces résultats; avec les sulfates de cuivre, de zinc et de nickel, la réaction va dans le sens

$$2SO^4Cu + CuO^4K^2 = SO^4Cu, SO^4K^2 + CrO^4Cu$$

et donne le sel double de la série magnésienne ne retenant qu'un peu de chromate (1). »

PHYSIOLOGIE. — *De l'anémie et de la congestion cérébrales provoquées mécaniquement chez les animaux, par l'attitude ou par un mouvement gyratoire.* Note de M. A. SALATHÉ, présentée par M. Claude Bernard. (Extrait.)

« ... En plaçant des lapins dans une attitude verticale, la tête élevée, nous avons pu constater, au bout de quelque temps, outre la pâleur de la conjonctive palpébrale des narines et de la muqueuse buccale, le ralentissement progressif du cœur et de la respiration, ainsi qu'en font foi les tracés que nous avons obtenus. Nous étions, en un mot, en présence de manifestations syncopales (2). Celles-ci vont en s'aggravant, la respiration devenant graduellement plus faible et la sensibilité de l'animal allant en s'émoussant. Plus tard survient un phénomène qui vient témoigner encore en faveur de l'anémie bulbaire : ce sont des convulsions qui se répètent d'ordinaire à quelques reprises. Enfin la respiration s'éteint; le cœur, dont les battements sont devenus rares, continue encore à battre quelques instants pour s'arrêter finalement lui-même (3).

---

(1) Le présent travail a été exécuté au laboratoire de M. Cahours, à l'École Polytechnique.

(2) Des phénomènes syncopaux avaient déjà été notés sur le lapin par A. Regnard, dans une thèse soutenue à Strasbourg en 1868. Toutefois cet auteur s'en tint à ces symptômes dont il n'avait suivi la marche que pendant quelques minutes.

(3) Dans ces conditions, nous avons vu *invariablement*, et à plus de vingt reprises, la mort de l'animal se produire au bout de trente à quarante minutes en moyenne. Deux fois, elle survint en moins d'un quart d'heure; à l'extrême opposé, nous devons citer le cas d'un lapin vigoureux qui mit un peu plus de deux heures à succomber.

» Dans la phase ultime de l'expérience, alors que la respiration s'est déjà arrêtée, on peut ramener l'animal à la vie, en le remettant en situation horizontale, et comprimant, au besoin, sa cage thoracique d'une manière rhythmée. Mieux que le retour à l'horizontale, l'attitude verticale opposée, dans laquelle la tête est placée en bas, nous a souvent servi à ranimer rapidement un animal ayant déjà toutes les apparences de la mort.

» Cette nouvelle position, à laquelle nous avons également soumis plusieurs lapins, a donné lieu à quelques phénomènes accessoires, tels qu'une exophthalmie énorme, la rougeur de la conjonctive et de la membrane nyctitante (1), des narines et des lèvres. La respiration et le cœur n'ont pas été influencés d'une manière fâcheuse par cette attitude que nous avons pu prolonger sans inconvénient pendant plus de six heures (2).

En substituant l'action de la force centrifuge à celle de la pesanteur, nous avons provoqué des effets d'anémie et de congestion cérébrales bien plus énergiques et plus rapides. L'animal était fixé sur une planche horizontale à laquelle on imprimait un mouvement de rotation uniforme de $1\frac{1}{4}$ tour par seconde, déterminé par l'action d'un moteur à gaz. La tête de l'animal regardant le centre de l'appareil, la gyration favorisait le cours du sang artériel dans l'arrière-train, au détriment des parties antérieures : la tête étant tournée vers la périphérie, la force centrifuge amenait au contraire la congestion des centres nerveux. Dans les deux cas, en prolongeant la marche de l'appareil, on déterminait la mort de l'animal, que celui-ci fût un lapin, un cobaye ou un chien. Mais, tandis qu'elle mettait en moyenne dix minutes à se produire par anémie cérébrale, elle ne survenait qu'après un temps bien plus considérable, et en général au moins double, à la suite de la congestion de l'encéphale.

» Dans une autre série d'expériences, l'animal était placé à l'extrémité de la planche, de façon qu'un de ses côtés fût dirigé vers le centre de

(1) C'est à dessein que nous ne parlons pas de l'état de la pupille dont les variations nous ont jusqu'à présent paru trop contradictoires.

(2) Nous avons également essayé d'étudier les effets de l'attitude verticale sur le chien; mais ici l'expérience n'a jamais eu la terminaison fatale présentée par le lapin, dont la force de résistance est bien moindre. Tout au plus avons-nous observé dans deux cas, chez des chiens placés la tête en haut, des vomissements que l'on pourrait peut-être rattacher à l'anémie cérébrale. Nous n'avons, du reste, pas fait durer au delà de quatre heures la position verticale de ces animaux. Il n'est pas impossible qu'en prolongeant plus longtemps l'expérience on n'arrive à d'autres résultats.

l'appareil, le côté opposé vers la périphérie : dans ce cas, l'animal ne succombait pas, même après une heure de rotation, mais il offrait des symptômes hémiplégiques bientôt dissipés.

» Dans toutes ces expériences nous avons pu enregistrer les courbes respiratoires, malgré le mouvement gyratoire, en utilisant l'axe même de l'appareil comme tube à transmission ([1]). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la coloration des éléments optiques chez la* Locusta viridissima; par M. **J. Chatin.**

« Les auteurs qui ont traité de la structure de l'œil chez les Arthropodes, comme aussi dans la généralité des Invertébrés, se sont bornés à mentionner l'existence d'un pigment de teinte variable, constituant les fines cloisons qui séparent les éléments bacillaires; quant à la coloration propre de ces derniers, elle a été méconnue ou considérée comme accidentelle. Des études antérieures ([2]) m'ont cependant permis d'insister sur l'importance de ce caractère dont l'observation de divers Crustacés m'avait montré la constance, et dont les recherches de Boll sont bientôt venues fixer la valeur.

» En examinant récemment, et à diverses reprises, l'œil d'un insecte très-favorable à de semblables études, la *Locusta viridissima*, L., j'ai rencontré des dispositions qui, on va le voir, méritent d'être rapprochées des faits auxquels je viens de faire allusion.

» Les bâtonnets optiques se présentent sous l'aspect de filaments grêles dans leur portion inférieure, sensiblement dilatés dans leur région supérieure (voisine du cône); ces filaments sont contenus dans des gaînes de couleur brune et formées par le tissu pigmentifère mentionné plus haut. Si, par les réactifs convenables (alcalis, etc.) et par une dissolution progressive, on vient à rompre la trame de ce tissu, les bâtonnets apparaissent hors de leurs gaînes avec une belle couleur rose tendre. Cette teinte, vive dans l'œil excisé sur l'animal vivant et observé de suite, s'affaiblit bientôt graduellement, tandis que le bâtonnet subit une altération granuleuse; elle persiste toutefois plus longtemps à la périphérie que vers la région centrale.

([1]) Nos recherches ont été faites au Collége de France, dans le laboratoire du professeur Marey. Le détail en sera publié dans un prochain travail.

([2]) *L'Institut*, p. 125 et 189; 1876.

» Cette description, résumée dans ses détails essentiels, suffit à établir que les bâtonnets de la *Locusta* offrent, dans leur constitution intime, une profonde similitude avec les mêmes parties étudiées chez les Crustacés; leur coloration propre est la même dans ces divers types et semble tendre ainsi vers une généralisation dont j'espère pouvoir bientôt fournir de nouveaux exemples et dont il est inutile de faire ressortir l'intérêt. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Phénomènes qui accompagnent la métamorphose chez la Libellule déprimée*. Mémoire de M. **Jousset de Bellesme**, présenté par M. É. Blanchard.

« Les époques de transition chez les animaux à métamorphoses, comme les insectes, sont particulièrement intéressantes pour le physiologiste. Les mécanismes qui ont présidé aux fonctions des larves se transforment ou se modifient pour s'adapter à une nouvelle existence; des organes nouveaux apparaissent et s'établissent, et souvent, dans cette phase critique, il devient plus facile de saisir les conditions déterminantes des phénomènes biologiques.

» C'est à ce point de vue que j'ai cherché à étudier dans ses plus minutieux détails la métamorphose de la Libellule déprimée, que je pouvais me procurer abondamment. Une question restée en litige, dans l'histoire des insectes, pouvait d'ailleurs être résolue par cette observation : c'est celle du mécanisme du déplacement de l'aile, phénomène complexe, attribué tantôt à l'action du sang, tantôt à l'action d'un liquide particulier.

» La Libellule déprimée est un bel insecte, à abdomen bleu chez le mâle, jaune chez la femelle, très-abondant dans le centre de la France et spécialement dans le bassin de la Loire. Elle doit son nom à la forme de son abdomen, très-aplati dans le sens antéro-postérieur. Elle présente, avec beaucoup d'insectes, cette particularité que la larve, qui est aquatique, est beaucoup plus petite que l'insecte parfait. La première a environ 25 millimètres, le second 41 millimètres. Or, comme au sortir de son enveloppe le nouvel insecte augmente immédiatement de volume dans des proportions remarquables, il est intéressant de savoir comment s'opère ce brusque développement.

» Aux approches de l'été, le premier soin de la nymphe est de chercher un lieu propice pour accomplir sa transformation. Elle grimpe à la base des herbes aquatiques, choisit une tige où elle puisse se fixer solidement en enfonçant dans le tissu de la plante les crochets qui terminent ses tarses.

Les pattes sont si solidement fixées, que, même l'insecte sorti, la peau vide demeure le long de la tige. La fixation terminée, l'air et le soleil opèrent la dessiccation du tégument; alors l'insecte, par de légères contractions du dos, fait éclater sa vieille peau, au sommet du thorax. La fente s'élargit, gagne l'occiput, mais ne s'étend jamais du côté de l'abdomen. On voit sortir à travers les lèvres de la fissure le sommet du thorax, puis la tête, les ailes informes et bouchonnées, enfin l'abdomen et les pattes. Le nouvel insecte ne ressemble pas beaucoup à une Libellule adulte. Il est pâle, décoloré, dépourvu de ces grandes ailes et de ces belles taches d'un brun doré qui l'orneront dans quelques instants. Son volume augmente à vue d'œil, le thorax grossit le premier, puis la tête. L'œil, qui était comprimé, s'épanouit, poussé par une force invisible. Le gonflement du corps augmente, gagne l'abdomen, qui peu à peu perd sa forme aplatie et devient complétement cylindrique.

» A ce moment, les ailes restées rudimentaires se déplissent lentement; molles, blanches, épaisses, elles s'allongent de 30 millimètres en un quart d'heure. Comment cet organe, inerte par lui-même, passif, dépourvu d'éléments contractiles, parvient-il à s'étendre ainsi? J'ai établi, par de nombreuses observations relatées dans mon Mémoire, qu'il faut chercher la cause du déplissement de l'aile dans le gonflement du corps. C'est ce phénomène qui détermine l'épanouissement de l'œil et l'allongement de l'aile, et j'ai montré, par des expériences, que, si l'on empêche le gonflement du corps de se produire, les deux autres phénomènes n'apparaissent point ou restent stationnaires. Cette force invisible dont je parlais tout à l'heure trouve donc son point de départ dans le gonflement du corps. Mais, par quel mécanisme l'insecte parvient-il à se gonfler ainsi et à augmenter de volume au point que, sortant d'une si petite enveloppe, il grandisse subitement du double? Voilà ce qui était à déterminer.

» J'avais remarqué d'abord que la fonction de respiration, très-active chez les Libellules adultes, n'est pas encore établie à ce moment. Il n'y a pas de mouvements d'inspiration et d'expiration; ceux-ci ne peuvent se faire, puisque l'abdomen est alors cylindrique et que la Libellule respire au moyen d'un pli profond situé à la face ventrale de l'abdomen, lequel pli se trouve effacé par la distension du corps. Je pensai donc que l'appareil respiratoire n'était pas en jeu dans ce phénomène; et, en effet, quand on dissèque ces insectes pendant la période de gonflement, on voit que, si les grosses trachées contiennent un peu d'air, les sacs à air volumineux de l'animal sont vides, aplatis et n'ont pas encore été déplissés par l'air.

» Et pourtant il n'est pas douteux que le gonflement de la Libellule s'effectue avec de l'air; sa transparence, sa légèreté, sa consistance, tout l'indique. Enfin, si on l'entame d'un coup de ciseaux, elle se dégonfle en un clin d'œil comme un ballon. Or, si l'on prend les précautions convenables pour empêcher l'air de s'échapper du corps de l'animal, et si on le dissèque sous l'eau, on constate que le tube digestif joue, dans cette circonstance, un rôle physiologique tout à fait insolite. Il est tellement distendu, qu'il remplit absolument tout l'intérieur du corps, refoulant les autres organes contre le tégument. Sous l'influence de cette pression énergique, le liquide sanguin est poussé avec force vers la périphérie, distend les yeux, donne à la tête sa forme définitive; puis, pénétrant dans l'aile, entre les deux membranes qui sont séparées à ce moment, comme M. Blanchard l'a si exactement décrit, il s'y accumule, la déploie, y circule en y déposant le pigment qui doit la colorer. Pendant tout ce temps, les téguments distendus et baignés par le liquide nourricier se colorent et acquièrent la solidité nécessaire à l'insecte.

» En résumé, la question du déplacement de l'aile se trouve élucidée par mes recherches; c'est en avalant de l'air et en l'emmagasinant dans son tube digestif que la Libellule se procure la force nécessaire pour accomplir la plupart de ses transformations. Tout porte à croire que ce que je viens de décrire chez la Libellule se reproduit chez un grand nombre d'insectes et constitue un mécanisme assez général dans cette classe d'animaux. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations des étoiles filantes du mois d'août;* par M. CHAPELAS.

« Le phénomène d'août offrait cette année un double intérêt : la présence de la Lune ne contrariant pas les expériences, on pouvait espérer observer cette apparition dans tous ses détails; de plus, d'après les résultats obtenus l'an dernier, il était important de s'assurer si ce maximum, qui a déjà subi tant de variations, devait continuer sa marche décroissante. Malheureusement l'état du ciel, couvert parfois, ou très-nébuleux à d'autres moments, devait rendre l'appréciation difficile pour des observateurs peu expérimentés. Les documents que nous possédons, nos modes d'opérations basés sur des expériences nombreuses, nous ont permis néanmoins d'établir de nouveaux renseignements.

» Je n'ai pas besoin de rappeler ici le fait constaté chaque année, de l'augmentation du nombre horaire moyen des étoiles filantes depuis les

premiers jours du mois de juillet, accroissement progressif qui, dès cette époque, ne permettait pas de prévoir une apparition bien remarquable. En effet, cette année, le nombre horaire moyen, ramené à minuit, par un ciel serein, n'a été que *de 25 étoiles $\frac{6}{10}$ d'étoile*, ce qui constitue, d'après l'examen de la courbe jointe à cette Note, l'apparition d'août la plus faible que l'on ait observée depuis 1837; ce qui, comparé au nombre horaire moyen observé en 1876, donne une diminution de 9 étoiles $\frac{1}{10}$ d'étoile. Si cette apparition n'a rien présenté d'intéressant, quant au nombre des météores observés, elle n'en est pas moins une phase importante du phénomène; car, dès aujourd'hui, on doit se demander vers quelle limite minimum il peut tendre, et, par suite, quelle serait sa véritable période.

» Comme toujours, la direction générale a été nord-est est-nord-est; le point de radiation principal était situé vers Persée et Cassiopée.

» En résumé, le phénomène a été peu brillant. Quelques belles étoiles, avec traînées; mais surtout beaucoup d'étoiles de 4e et 5e grandeur. »

MÉTÉOROLOGIE. — *De la chaleur que peut dégager le mouvement des météorites à travers l'atmosphère.* Note de M. G. Govi, présentée par M. Faye.

« A la suite des expériences si intéressantes et des considérations sur les météorites publiées récemment par M. Daubrée, il peut y avoir quelque intérêt à connaître, au moins approximativement, la quantité de chaleur que les masses météoriques peuvent développer dans leur mouvement à travers l'atmosphère. Il suffit de recourir pour cela aux principes de la Thermodynamique ou de l'équivalence du travail mécanique et de la chaleur.

» M. Schiaparelli [1] a démontré que, pour calculer la perte de vitesse d'un corps qui pénètre dans l'atmosphère, il n'est pas nécessaire de connaître la loi d'après laquelle varie la densité de l'air dans les différentes couches atmosphériques traversées, mais qu'il suffit de connaître la pression barométrique aux deux extrémités du trajet, ou (ce qui revient au même) le poids de l'air déplacé par le corps dont on connaît la vitesse initiale.

» En partant de ce théorème de M. Schiaparelli, si l'on désigne par u_0 la vitesse initiale d'un bolide qui entre verticalement dans l'atmosphère, par u_1 sa vitesse à l'endroit où la pression barométrique (en mètres) est h

---

[1] *Sulla velocità delle meteore cosmiche nel loro movimento a traverso l'atmosfera terrestre.* Nota di G.-V. Schiaparelli, 23 gennajo 1868 (*Rendiconti del R. Istituto lombardo*, Serie IIa, vol. I, p. 34-42).

et si l'on calcule la résistance de l'air d'après la formule de MM. Didion, Piobert et Morin, on obtient

$$u_1 = \frac{1}{x\left(\frac{1}{400} + \frac{1}{u_0}\right) - \frac{1}{400}}, \quad \text{où} \quad \log x = 373{,}081 \frac{gr^2}{P} h.$$

Dans cette expression de $\log x$, g représente la gravité, r le rayon du bolide en mètres, P son poids en kilogrammes.

» Si l'on admet, par exemple, $g = 9^{m},80604$, $r = 0^{m},1$, $P = 14^{kg},66076$, on a $\log x = 2{,}4954005h$, et rien n'est plus facile, après cela, que de calculer la vitesse actuelle d'un bolide de 1 décimètre de rayon, ayant une densité égale à 3,5, qui pénètre dans l'atmosphère avec une vitesse initiale u_0 et qui est parvenu à l'endroit où la hauteur du baromètre est h.

» Le même M. Schiaparelli a reconnu d'ailleurs [1] que la vitesse des bolides varie entre 16000 et 72000 mètres par seconde. En prenant donc $u_0 = 50000^{m}$, on trouve qu'arrivé à l'endroit où la pression barométrique est de 1 millimètre, le météorite n'a plus que 28968 mètres de vitesse; il a 5916 mètres pour $h = 10^{mm}$; 506 mètres pour $h = 100^{mm}$, et enfin 5 mètres pour $h = 760^{mm}$, c'est-à-dire au niveau de la mer.

» La vitesse des bolides diminue donc très-rapidement, et l'on voit qu'ils peuvent arriver à terre après avoir presque complétement perdu leur vitesse initiale. Pour des trajectoires inclinées à la verticale les pertes de vitesse seraient encore plus considérables. Les ricochets dans ce cas ne seraient pas impossibles et l'on en a constaté en effet quelques exemples. Dans tout ce qui précède il n'a pas été tenu compte de l'action de la gravité qui tend à augmenter la vitesse du mobile.

» Quoi qu'il en soit, et bien que la loi de résistance de l'air pour les vitesses planétaires puisse différer sensiblement de celle dont on a fait usage, et qui ne s'applique qu'aux vitesses des projectiles de l'artillerie, il n'est guère probable que les pertes ainsi calculées soient supérieures à celles qui résulteraient de la loi véritable. On sait, en effet, qu'à mesure que la vitesse augmente, la résistance croît avec plus de rapidité que la vitesse et que ses premières puissances; on peut donc employer sans crainte la formule empirique de la résistance de l'air pour calculer les vitesses des bolides, tant qu'il ne s'agit d'obtenir qu'une limite inférieure de leur ralentissement à travers l'atmosphère.

» M. le comte Paul de Saint-Robert, en traitant la même question, dans

(1) *Note e riflessioni sulla teoria astronomica delle stelle cadenti* (*Memorie della Società italiana delle Scienze,* serie III^{a}, t. I, part. I^{a}, p. 198).

ses excellents *Principes de Thermodynamique* (Turin, 1870, p. 328), a cru devoir adopter une autre loi de résistance tirée de nombreuses expériences balistiques. Les ralentissements calculés d'après cette loi sont encore plus considérables que ceux qui résultent de la formule précédemment employée.

» Aussitôt que l'on connaît la perte de vitesse d'un mobile, dont la masse est donnée, il est facile d'en déduire la quantité de chaleur développée pendant son mouvement. La quantité Q de chaleur dégagée en passant de la vitesse u_0 à la vitesse u_1 est donnée par l'expression

$$Q = \frac{AP}{2g}(u_0^2 - u_1^2), \quad \text{ou} \quad A = \frac{1}{425},$$

P et g ayant la même signification que dans la formule précédente.

» Si l'on calcule, d'après cela, le nombre de calories qui correspondent à la perte de force vive du bolide de $14^{kg},66$, parvenu à la couche d'air où la pression est à peine de 1 millimètre, on trouve le chiffre énorme de 2921317 calories, qui suffisent, et au-delà, pour expliquer tous les phénomènes de lumière et de chaleur, et tous les effets mécaniques, auxquels donne lieu la pénétration d'un météorite dans les couches les plus élevées de notre atmosphère.

» La formule hypsométrique de Halley, modifiée par de Luc et Laplace, donne à peu près 50 kilomètres d'altitude à la couche d'air pour laquelle $h = 1^{mm}$. On peut donc admettre que le bolide, arrivé à 50 kilomètres au-dessus du niveau de la mer, a déjà développé 3 millions de calories dans l'air qu'il refoule, et cela dans un temps très-court (trois ou quatre secondes au plus), lors même qu'on voudrait attribuer à l'atmosphère une hauteur double ou triple de celle qu'on lui suppose d'habitude.

» Du reste, l'aérolithe dont il a été question jusqu'ici n'aurait pas eu besoin de parvenir jusqu'à la couche de 1 millimètre de pression pour devenir visible, puisque, arrivé à l'endroit où $h = 0^{mm},001$, il aurait déjà pu développer 6413 calories. C'est là ce qui explique l'énorme élévation de certains bolides, dont on a pu mesurer la distance à la Terre.

» Quelques-unes des considérations qui viennent d'être exposées avaient déjà paru dans une Note lue le 5 avril 1868 à l'Académie des Sciences de Turin, et publiée peu de jours après dans ses *Actes* (1). Cette Note, qui se rapportait à l'observation d'un magnifique bolide irisé, contenait en outre la réfutation de la théorie classique du *frottement* des météorites contre l'air, et l'assimilation de leurs effets à ceux du piston d'un briquet pneuma-

(1) G. Govi, *Intorno all' apparizione di un bolide iridescente* (*Atti della R. Accademia di Torino*, t. III, p. 515-523, 5 aprile 1868).

tique, dont l'air même, trop lent à s'ébranler, aurait constitué les parois. La Note se terminait par les remarques suivantes, qu'il n'est peut-être pas inutile de rappeler ici :

« Comme la substance du bolide ne peut pas conduire la chaleur assez rapidement, il en résulte qu'à l'arrière et dans ses parties internes le bolide doit demeurer froid, quoiqu'il fonde et se volatilise à sa surface antérieure, pendant que l'air comprimé devant lui devient incandescent et se dilate avec un bruit parfois épouvantable, *en brisant le météorite*, lors même que ce dernier n'éclate pas tout seul, par suite de l'expansion du gaz qu'il contient, ou que l'excès de chaleur tend à développer dans sa masse.

» On comprend ainsi facilement pourquoi les aérolithes sont ordinairement couverts d'une croûte évidemment fondue, d'une épaisseur inégale dans leurs différentes parties, et quelquefois complétement absente sur une certaine portion de la surface. Cela explique aussi comment les arêtes vives des cassures ou des éclats conchoïdaux des fragments d'aérolithes doivent s'arrondir et s'émousser. »

» Enfin, dans cette même Note, on essayait d'expliquer, en les rapprochant de quelques phénomènes bien connus des physiciens, la longue durée des traînées lumineuses laissées par les bolides et leur extinction quelquefois régressive. »

GÉOLOGIE. — *Les calcaires dévoniens supérieurs du nord de la France.* Note de M. GOSSELET.

L'âge du calcaire dévonien de Ferques présente encore quelque incertitude, bien que, depuis près de quarante ans, MM. de Verneuil et Murchison aient prouvé qu'on doit les rapporter au dévonien supérieur. Mais, lorsqu'on comparait cette couche avec les diverses assises dévoniennes que l'on rencontre dans l'arrondissement d'Avesnes et dans les environs de Givet, on n'en trouvait aucune qui lui ressemblât assez pour pouvoir lui être assimilée.

» L'étude comparative, que je viens de faire et que je publie en ce moment [1], des fossiles trouvés dans le calcaire du nord-est de l'arrondissement d'Avesnes, m'a montré que ces calcaires sont intermédiaires entre ceux de Ferques et de Frasnes (localité située entre Chimay et Givet). J'en suis arrivé à conclure que ces trois calcaires sont de même âge et que le calcaire de Ferques appartient à la zone caractérisée par la *Rhynchonella Cuboides*, bien que ce fossile y fasse défaut.

» Je dois ajouter que la conclusion où m'ont conduit mes études pa-

---

(1) *Le calcaire dévonien supérieur dans le nord-est de l'arrondissement d'Avesnes.* (*Ann. de la Soc. géolog. du Nord*), t. IV, p. 238.

léontologiques est conforme à l'opinion adoptée dans la légende de la carte géologique détaillée de la France.

» Bien que les calcaires de Ferques et de Frasnes appartiennent au même horizon géologique, ils présentent des différences marquées dans la forme, en rapport avec la position géographique qu'ils occupent dans le grand bassin dévono-carbonifère de la Belgique et du nord de la France. Les calcaires de l'arrondissement d'Avesnes, qui sont intermédiaires géographiquement, le sont aussi paléontologiquement. On voit la forme se modifier peu à peu, à mesure que l'on avance du sud vers le nord en coupant le bassin dans une direction perpendiculaire à sa longueur.

» C'est un fait ajouté à beaucoup d'autres, qui prouvent que, dans les assimilations stratigraphiques, il faut tenir grand compte des conditions où s'est opérée la sédimentation. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE A L'AGRICULTURE. — *Note sur la bascule physiologique et ses applications;* par M. **L. Grandeau.** (Extrait.)

« Dans la séance de la Société d'Encouragement, tenue le 11 mai dernier, M. A. Redier a présenté une bascule enregistrante construite pour la station agronomique de l'Est, en vue d'expériences dont je lui ai communiqué le plan dans le courant de l'année dernière. Installé le 17 mai dans mon laboratoire, cet instrument, exécuté avec le talent et le soin qui placent au premier rang les appareils imaginés et construits par M. A. Redier, m'a déjà fourni des résultats intéressants pour la physiologie animale et végétale. J'aurais néanmoins attendu que ces résultats fussent plus nombreux pour les soumettre à l'appréciation de l'Académie, si le désir de me réserver le droit de poursuivre à loisir mes recherches ne m'obligeait à prendre date.

» L'appareil auquel je propose de donner le nom de *bascule physiologique*, et dont j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques reproductions photographiques (¹), a pour but principal d'enregistrer les courbes représentant les gains ou les pertes de poids d'une matière quelconque (sol, plante, animal, etc.) placée sur l'un ou l'autre des plateaux.

(¹) La description complète de la bascule, accompagnée d'une gravure d'après la photographie, sera prochainement publiée par M. le colonel Goulier, dans les Rapports de la Société d'Encouragement. La bascule qui sort des ateliers de M. Paupier est de la force de 300 kilogrammes; avec une charge de 100 à 120 kilogrammes sur le grand plateau, elle est sensible à des variations de 1 gramme.

» L'appareil donne une représentation graphique exacte de la *continuité des phénomènes*, résultat très-important que des pesées, faites à des intervalles aussi rapprochés que peut le permettre l'emploi d'une balance ordinaire, ne sauraient jamais fournir.

» C'est en vue d'expériences sur l'évaporation du sol et sur la transpiration des végétaux feuillus et résineux, que j'ai demandé à M. A. Redier de construire pour mon laboratoire trois bascules de ce modèle et deux thermomètres enregistreurs, l'un mouillé, l'autre sec. A l'aide de l'emploi simultané de ces cinq appareils, j'espère résoudre expérimentalement le problème suivant, du plus haut intérêt pour l'agriculture. Quelle quantité minimum d'eau est nécessaire au développement d'une espèce végétale donnée? Quelle est, dans des conditions déterminées, et diverses, la quantité d'eau évaporée par le sol nu, par le sol couvert de végétation feuillue ou résineuse? Quelle est la quantité d'eau transpirée par un végétal feuillu ou résineux? La réponse à ces questions, si controversées encore, me sera donnée par l'emploi simultané des trois bascules ainsi disposées : la première porte un sol nu (caisse de $0^m,50$ en tous sens); la seconde, une plante placée dans le même sol dont la surface est en contact avec l'air; la troisième, une plante identique, dans un sol dont la surface est soustraite au contact de l'air par un obturateur laissant passer seulement la tige de la plante.

» Les thermomètres enregistreurs font connaître pendant toute la durée de l'expérience, la fraction de saturation de l'atmosphère.

» Quelques exemples, choisis parmi les expériences déjà nombreuses effectuées depuis deux mois au laboratoire de la station agronomique de l'Est, donneront une idée de l'intérêt des résultats obtenus par cette nouvelle méthode d'investigation.

» 1° *Influence du binage sur l'évaporation du sol.* — Les courbes jointes à cette Communication mettent en relief l'influence très-notable qu'exercent les binages sur le ralentissement de l'évaporation. Dans le cas particulier (sol argileux), la terre tassée évapore, par vingt-quatre heures $13^{gr},50$ d'eau par décimètre carré, tandis que la terre binée, contenant la même proportion d'eau que la précédente, évapore $8^{gr},05$ seulement, la fraction de saturation de l'air étant, dans les deux cas, égale à 76 pour 100 et la température de 20 degrés. Ainsi se trouve vérifié expérimentalement ce vieil adage : « Un binage, en temps sec, vaut un arro» sage ». Je donnerai plus tard l'explication de ce fait.

» 2° *Influence de la lecture à haute voix sur la combustion organique.* — Un

homme adulte, assis sur la bascule, y demeure en repos pendant vingt minutes; pendant les vingt minutes suivantes, il lit à haute voix, sans s'arrêter; enfin, pendant le dernier tiers de l'expérience, il garde de nouveau un repos complet. La courbe des variations du poids du corps pendant cette heure accuse, pendant la durée de la lecture, une perte très-sensiblement supérieure à celle des vingt premières minutes, perte en partie compensée par une diminution dans l'émission d'eau et d'acide carbonique durant les vingt minutes suivantes.

» Je demanderai la permission à l'Académie de lui présenter prochainement les résultats détaillés des diverses séries d'expériences en cours d'exécution sur les sols, les végétaux et les animaux.

M. E. **Gosselin** soumet au jugement de l'Académie un *densimètre*, permettant d'obtenir, par une simple lecture, la valeur approximative du poids spécifique d'un corps solide.

L'appareil se compose d'une petite règle de bois, suspendue par un fil, dont le point d'attache la partage en deux bras inégaux. L'horizontalité étant préalablement réglée, on place un certain poids à l'extrémité du grand bras, et l'on rétablit l'équilibre en suspendant au petit bras, à une distance convenable du point de suspension, un fragment du corps soumis à l'expérience; on plonge ensuite ce corps dans l'eau, et on déplace le poids supporté par le grand bras, jusqu'à ce que l'équilibre existe de nouveau. Une graduation tracée sur le grand bras fait connaître, par la position actuelle de ce poids, la densité du corps sur lequel on a opéré.

M. L. **Hugo** adresse une Note relative aux éclipses des satellites de Jupiter.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 aout 1877.

Des propriétés mécaniques des vapeurs. Quatrième Mémoire : De l'application des lois de Mariotte et de Gay-Lussac aux vapeurs surchauffées; par Ch. Antoine. Brest, 1877; grand in-8° autographié.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 3e et 4e fascicule, 1876. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret et fils, 1876; in-8°.

Concours quinquennal des Sciences naturelles. Période de 1872-1876. Rapport du jury à M. le Ministre de l'Intérieur. Bruxelles, impr. du *Moniteur belge*, 1877; in-8°.

F. Plateau. *L'instinct des insectes peut-il être mis en défaut par des fleurs artificielles?* Clermont-Ferrand, impr. Mont-Louis, 1876; in-8°.

D'Espiard de Colonge. *Avant-propos astronomique.* Paris, Walder, 1877; opuscule in-8°.

Florian Mougey. *Moteur calorique à gaz liquéfiés, etc.* Remiremont, impr. V. Jacquot, 1877; in-4°.

Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio. Uffizio centrale di Statistica. Navigazione nei porti del regno; Parte seconda, anno 1876. Roma, tipogr. elzeviriana, 1877; br. in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. Tacchini; disp. settima, luglio 1877. Palermo, tipogr. Lao, 1877; in-4°.

Della conservazione del seme di baco da seta in mezzi differenti dall' aria. Nota dell' ingegnere G. Luvini. Torino, tipogr. Bertolero, 1877; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 aout 1877.

Les travaux souterrains de Paris, III; Première partie : *Les eaux.* 1re section : *Les anciennes eaux; par* M. Belgrand. Paris, Dunod, 1877; 1 vol. grand in-8°, avec atlas in-4°.

Coup d'œil sur l'exploitation des chemins de fer français; par J. de la Gournerie. Nantes, impr. Vincent Forest et E. Grimaud, 1877; br. in-8°. (Extrait de la *Revue de Bretagne et de Vendée.*)

Le Phylloxera. Comité d'études et de vigilance. Rapports et documents; 2e fascicule. Paris, G. Masson, 1877; in-8°.

Étude sur les grands mouvements de l'atmosphère, et sur le fœhn et le siroco, pendant l'hiver 1876-1877; par M. Hébert. Sans lieu, ni date; opusc. in-4°.

(A suivre.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AOUT 1877,

PRÉSIDÉE PAR M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur le catalogue des étoiles de longitude et de culmination lunaire de M.* Lœvy; par M. Faye.

« Les nombreuses observations stellaires qui s'accomplissent à l'Observatoire du Bureau des Longitudes, par les officiers de la marine temporairement attachés à cet établissement, sous la direction de notre confrère M. Mouchez, jointes aux nombreuses observations qui ont été faites par MM. les officiers d'État-major, sous celle de M. le commandant Perrier, pour la jonction géodésique de Paris avec les points principaux de l'étranger, ont permis à notre confrère M. Lœvy de réunir des déterminations d'un certain nombre d'étoiles également bien placées pour d'autres objets. Le Bureau des Longitudes a pensé qu'on en pourrait déduire un catalogue très-exact d'étoiles de culmination lunaire. Les instruments employés ne sont pas de la taille ordinaire de ceux des observatoires fixes, mais ils sont admirablement construits, étudiés minutieusement, et leurs dimensions restreintes offrent même une garantie sérieuse contre les flexions qu'on a toujours à craindre dans les grands instruments. La méthode de l'enregistrement électrique, appliquée constamment dans ces observations, a l'avantage considérable d'abréger le temps nécessaire à l'observateur pour

acquérir l'habitude de la précision. L'installation de ces instruments est bien plus satisfaisante, sous le rapport de l'aération et de l'égalisation des températures intérieure et extérieure, que dans les grands observatoires; enfin la diversité même des stations où l'on a opéré offre une précieuse garantie d'élimination de petites erreurs constantes qui pourraient subsister. Nous sommes donc autorisés à présenter avec quelque confiance ce petit catalogue de 521 étoiles, comme une œuvre de précision capable de rendre aux observateurs de réels services. Les calculs ont été dirigés par notre confrère M. Lœvy; il suffit de jeter un coup d'œil sur ce premier volume de nos *Annales*, pour voir qu'il y a mis toute la perfection qu'on est habitué à trouver dans ses travaux et qui devient de plus en plus nécessaire dans les œuvres astronomiques. Je crois répondre au vœu du Bureau des Longitudes en faisant remarquer à l'Académie que la participation systématique d'un certain nombre d'officiers distingués à ces travaux de haute précision n'est pas sans importance pour la science, qui se forme ainsi d'habiles et zélés coopérateurs, et pour nos armées de terre et de mer où le niveau de l'instruction scientifique tend à s'élever dans des proportions notables.

» Le Bureau des Longitudes se fait un devoir d'offrir à l'Académie les résultats des travaux de ses collaborateurs temporaires, avec l'espoir que ces premiers fruits seront suivis chaque année d'autres récoltes encore plus abondantes. »

GÉOMÉTRIE. — *Deux lois générales des courbes géométriques d'ordre et de classe* m *et* n; par M. Chasles.

« Après avoir traité les questions dans lesquelles interviennent ensemble chaque point d'une courbe et sa tangente, on est conduit naturellement à deux autres questions, celle où l'on considère un point et une tangente indépendante du point, et celle où intervient avec chaque point une tangente issue de ce point. Ces deux questions, qui embrassent une foule d'applications, conduisent à deux lois générales.

Première loi. — *Lorsque, dans une question de lieu géométrique ou de courbe enveloppe, interviennent chaque point d'une courbe* U_m^n *et la tangente d'un autre point de la courbe, l'ordre du lieu ou la classe de la courbe enveloppe, sujet de la question, s'expriment par le produit* mn *de l'ordre et de la classe de la courbe, qui est facteur d'une fonction des éléments des autres courbes qui entrent dans les conditions de la question* (1).

» I. *De chaque point* a *de* U_m *on mène deux tangentes* $a\theta'$, $a\theta''$ *à deux*

(1) Il est entendu que la tangente du point de la courbe n'intervient pas dans les con-

courbe $U^{n'}$, $U^{n''}$, *et des points* a_1 *où la première rencontre une courbe* U_{m_1}, *on mène les tangentes* $a_1\theta$ *de* U_m : *le lieu des points de rencontre de ces tangentes et des tangentes* $a\theta''$ *de* $U^{n''}$ *est une courbe de l'ordre* $2m_1n'n''mn$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & nm_1n'mn'' & u \\ u, & nmn'm_1n'' & x \end{array}\right| m_1n'n''2mn.$$

» II. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène deux tangentes* $a\theta'$, $a\theta''$ *à deux courbes* $U^{n'}$, $U^{n''}$, *et du point de contact* θ' *de la première on mène une tangente à la courbe* U_m; *cette tangente rencontre la tangente* $a\theta''$ *en un point dont le lieu est d'ordre* $mn(m'+n')n''$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n''mn'n & u \\ u, & nm'mn'' & x \end{array}\right| mnn''(m'+n').$$

» III. *De chaque point* a *de* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $a\theta'$ *qui rencontre une courbe* U_{m_1} *en un point* a_1, *d'où l'on mène à* U_m *une tangente* $a_1\theta$; *puis du point* a *on mène une perpendiculaire à cette tangente :*

» 1° *Ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2m_1n'mn$;

» 2° *Leurs pieds sont sur une courbe de l'ordre* $3m_1n'mn$;

» 3° *La droite menée du pied de chaque perpendiculaire au point de contact* θ' *de la tangente* $a\theta'$ *enveloppe une courbe de la classe* $4m_1n'mn$.

1°
$$\left.\begin{array}{lll} \mathrm{IX}, & mn'm_1n & \mathrm{IU} \\ \mathrm{IU}, & nm_1n'm & \mathrm{IX} \end{array}\right| 2m_1n'mn,$$

2°
$$\left.\begin{array}{lll} x, & nm_1n'm & u \\ u, & 2m_1n'mn & x \end{array}\right| 3m_1n'mn,$$

$$\left.\begin{array}{lll} \mathrm{IX}, & 3m_1n'mn & \mathrm{IU} \\ \mathrm{IU}, & m'm_1n'm & \mathrm{IX} \end{array}\right| 4m_1n'mn.$$

» IV. *La tangente d'un point* θ *de* U_m *rencontre une courbe* $U_{m'}$ *en un point* θ' *dont la tangente rencontre* U_m *en* a :

» 1° *La perpendiculaire abaissée de ce point* a *sur la tangente d'un point* θ *enveloppe une courbe de la classe* $(m'+n')mn$.

$$\left.\begin{array}{lll} \mathrm{IX} & mn'n & \mathrm{IU} \\ \mathrm{IU} & nm\,m & \mathrm{IX} \end{array}\right| (m'+n')mn.$$

---

ditions de la question; car, s'il intervenait, la question rentrerait dans la troisième loi générale, relative à un point et à sa tangente.

» 2° *Les pieds des perpendiculaires sont sur une courbe d'ordre* $(2m' + n')mn$.

$$\left.\begin{matrix} x, & nm'm & u \\ u, & mn(m'+n') & x \end{matrix}\right| (2m'+n')mn.$$

» V. *Une droite* aa_1 *de grandeur constante glisse sur deux courbes* U_m, U_{m_1}; *du point* a_1 *on mène une tangente* $a_1\theta$ *à la courbe* U_m *et du point* a *une tangente* $a\theta'$ *à une courbe* $U^{n'}$: *ces deux tangentes se coupent en un point dont le lieu est une courbe d'ordre* $4m_1n'mn$.

$$\left.\begin{matrix} x, & nm_1 2mn' & x \\ u, & n'm2m_1n & u \end{matrix}\right| 4m_1n'mn.$$

» VI. *La tangente d'un point* θ *de* U_m *rencontre une courbe* U_{m_1} *en un point* a_1 *d'où l'on abaisse sur une courbe* $U^{n'}$ *une normale* $a_1\pi$ *qui rencontre* U_m *en un point* a, *d'où l'on mène à une courbe* $U^{n''}$ *une tangente* $a\theta''$ *qui coupe la tangente* θa_1 *en un point* x :

» 1° *Le lieu de ce point est d'ordre* $2m_1n''(m'+n')mn$.

$$\left.\begin{matrix} x, & nm_1(m'+n')mn'' & u \\ u, & n''m(m'+n')m_1n & x \end{matrix}\right| 2m_1n''(m'+n')mn.$$

» 2° *La droite qui joint le point* x *au pied de la normale* $a_1\pi$ *enveloppe une courbe de la classe* $3m_1n''(m'+n')mn$.

$$\left.\begin{matrix} \mathrm{IX}, & m'mm_1n''n & \mathrm{IU} \\ \mathrm{IU}, & 2m_1n''(m'+n')mn & \mathrm{IX} \end{matrix}\right| m_1n''3(m'+n')mn.$$

» VII. *Le sommet* a *d'un angle de grandeur constante glisse sur une courbe* U_m, *et un de ses côtés* $a\theta'$ *est tangent à une courbe* $U^{n'}$; *du point de contact on mène une tangente* $\theta'\theta$ *à la courbe* U_m : *cette tangente rencontre le second côté de l'angle en un point* x, *dont le lieu est une courbe d'ordre* $mn(m'+2n')$.

$$\left.\begin{matrix} x, & nm'm & u \\ u, & 2mn'n & x \end{matrix}\right| mn(m'+2n').$$

Deuxième loi. — *Lorsque dans une question de lieu géométrique ou de courbe enveloppe intervient chaque point d'une courbe et une tangente menée de ce point à la courbe, l'ordre du lieu ou la classe de la courbe enveloppe s'exprime par* $mnf + mf_1 + nf_2$, f, f_1, f_2 *étant des fonctions des éléments des courbes qui entrent dans les conditions de la question.*

» VIII. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène une tangente à la*

courbe, sur laquelle on prend un segment ax *de longueur constante : le lieu des points* x *est d'ordre* $4(mn - m - n)$.

$$\left.\begin{matrix} x, & n(m-2) & u \\ u, & 2m(n-2) & x \end{matrix}\right| 4(mn - m - n).$$

» IX. *Le sommet d'un angle de grandeur constante glisse sur une courbe* U_m, *son premier côté est tangent à la courbe en un autre point, et son autre côté rencontre une courbe* U_{m_1} *en un point* a_1, *d'où l'on mène une tangente à une courbe* $U^{n'}$: *cette tangente rencontre le premier côté de l'angle en un point* x *dont le lieu est d'ordre* $n'm_1(3mn - 2m - 4n)$.

$$\left.\begin{matrix} \theta, & (m-2)m_1n'n & \theta_1 \\ \theta_1, & n'm_1 2(mn - m - n)(^1) & \theta_1 \end{matrix}\right| m_1n'(3mn - 2m - 4n .$$

» X. *De chaque point* a *de* U_m *on mène une tangente* $a\theta$ *à la courbe, sur laquelle on prend un segment* ax *égal à la tangente menée du point* θ *à une courbe* $U^{n'}(ax = a\theta')$: *le lieu des points* x *est d'ordre*

$$mn(2m' + 3n') - 2m(2m' + n') - 4nn'.$$

$$\left.\begin{matrix} x, & n(m-2)n'2 & u \\ u, & (2m'+n')m(n-2) & x \end{matrix}\right| mn(2m' + 3n') - 2m(2m' + n') - 4nn'.$$

$$\left.\begin{matrix} a, & n'2n(m-2) & \alpha \\ \alpha, & (n-2)(2m'+n')m & a \end{matrix}\right| \text{Donc, etc.}$$

» Lorsque $U^{n'}$ est un point $m' = 0$, $n' = 1$, il vient $3mn - 2m - 4n$.

» XI. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m, *on mène une tangente* $a\theta$ *à cette courbe, et une tangente* $a\theta'$ *à une courbe* $U^{n'}$; *on prend sur la tangente* $a\theta$ *un segment* ax *égal à la tangente* $a\theta'$: *le lieu des points* x *est une courbe d'ordre* $mn(2m' + 3n') - 2m(2m' + n') - 4nn'$.

$$\left.\begin{matrix} x, & n(m-2)n'2 & u \\ u, & (2m'+n')m(n-2)\ (^2) & x \end{matrix}\right| 2n'n(m-2) + (2m' - m')m(n-2).$$

» XII. *De chaque point* a *de* U_m *on mène à une courbe* $U^{n'}$ *une tangente* $a\theta$, *et du point où elle rencontre une courbe* U_{m_1} *on mène une perpendiculaire sur une tangente menée du point* a *à la courbe* U_m : 1° *cette perpendiculaire enve-*

(1) *Comptes rendus*, séance du 18 mai 1874, lemme V.

(2) *Comptes rendus*, séance du 9 août 1875, théorème III, *a*.

loppe une courbe de la classe $2m_1n'(mn - m - n)$.

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & m_1n'm(n-2) & \text{IU} \\ \text{IU}, & n(m-2)n'm_1 & \text{IX} \end{array}\right| 2m_1n'(mn-m-n),$$

$$\left.\begin{array}{lll} a_1, & n'm(n-2)m_1 & \alpha_1 \\ \alpha_1, & n(m-2)n'm_1 & a_1 \end{array}\right| m_1n'(mn-m-n),$$

$$\left.\begin{array}{lll} \theta, & (m-2)n'm_1n & \theta_1 \\ \theta_1, & m_1n'm(n-2) & \theta \end{array}\right| . \text{ Donc, etc.}$$

» 2° *Les pieds des perpendiculaires sont sur une courbe d'ordre*

$$m_1n'(2mn - m - 2n).$$

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n(m-2)n'm_1 & u \\ u, & 2m_1n'(mn-m-n) & x \end{array}\right| m_1n'(2mn-m-2n).$$

» XIII. *De chaque point* a *de* U_m *on mène une tangente* $a\theta$ *à la courbe et une tangente* $a\theta'$ *à une courbe* $U^{n'}$, *puis du point de contact de celle-ci on abaisse une perpendiculaire sur la tangente* $a\theta$: 1° *cette perpendiculaire enveloppe une courbe de la classe* $mn(m' + n') - 2mm' - 2nn'$.

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & m'm(n-2) & \text{IU} \\ \text{IU}, & n(m-2)n' & \text{IX} \end{array}\right| m'm(n-2)+n'n(m-2).$$

$$\left.\begin{array}{lll} \theta', & m(n-2)m' & \theta'_1 \\ \theta', & n(m-2)n' & \theta' \end{array}\right| mn(m'+n')-2mm'-2nn'.$$

» 2° *La perpendiculaire a son pied sur une courbe d'ordre*

$$mn(m' + 2n') - 2mm' - 4nn'.$$

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n(m-2)n' & u \\ u, & mn(m'+n')-2mm'-2nn' & x \end{array}\right| mn(m'+2n')-2mm'-4nn'.$$

» XIV. *Une droite* aa_1 *de longueur constante glisse sur deux courbes* U_m, U_{m_1}; *du point* a *on mène une tangente* $a\theta$ *à la courbe* U_m; *et du point* a_1 *une tangente à une courbe* $U^{n'}$; *ces deux tangentes se coupent en un point dont le lieu est une courbe d'ordre* $4m_1n'(mn - m - n)$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n(m-2)2m_1n' & u \\ u, & n'm_1 2m(n-2) & x \end{array}\right| 2m_1n'[n(m-2)+m(n-2)],$$

$$\left.\begin{array}{lll} \theta, & (m-2)2m_1n'n & \theta_1 \\ \theta_1, & n'm_1 2m(n-2) & \theta \end{array}\right| 4m_1n'(mn-m-n).$$

» XV. *De chaque point* a *de* U_m *on mène une tangente* $a\theta$ *à la courbe et une*

tangente aθ' *à une courbe* U_{m_1}, *du point de contact* θ' *une droite au point* a_1 *où la tangente* aθ *coupe une courbe* U_{m_1}; *cette droite enveloppe une courbe de la classe* $m_1[(m'+n')mn - 2m'm - 2n'n]$.

$$\left.\begin{matrix} \text{IX}, & m_1 n(m-2)n' & \text{IU} \\ \text{IU}, & m'm(n-2)m_1 & \text{IX} \end{matrix}\right| m_1[n(m-2)n' + m(n-2m')].$$

$$\left.\begin{matrix} a, & (n-2)m_1 m'm & \alpha \\ \alpha, & n'm_1 n(m-2) & a \end{matrix}\right|. \text{ Donc, etc.}$$

» XVI. *De chaque point* a *de* U_m *on mène une tangente* aθ *à cette courbe, et une droite* aa_1 *terminée à une courbe* U_{m_1} *et de longueur constante* $(aa_1 = \lambda)$: *la tangente du point* a_1 *rencontre la tangente* aθ *en un point dont le lieu est d'ordre* $2[(m_1+n_1)mn - 2nm_1 - 2mn_1]$.

$$\left.\begin{matrix} x_1, & n(m-2)2m_1 & u \\ u_1, & n_1 2m(n-2) & x \end{matrix}\right| 2[(m_1+n_1)mn - 2n_1 m - 2m_1 n].$$

» XVII. *De chaque point* a *de* U_m *on mène une tangente* aθ *à cette courbe et une tangente* aθ' *à une courbe* $U^{n'}$, *suivie d'une oblique sous un angle de grandeur donnée; cette oblique rencontre la tangente* aθ *en un point dont le lieu est d'ordre* $(m'+2n')mn - 2(m'+n')m - 2n'n$.

$$\left.\begin{matrix} x, & n(m-2)n' & u \\ u, & (m'+n')m(n-2) & x \end{matrix}\right| (m'+2n')mn - 2(m'+n')m - 2n'n.$$

» XVIII. *De chaque point* a *de* U_m *on mène une tangente* aθ *à la courbe et une tangente* aθ' *à une courbe* $U^{n'}$, *et du point de contact* θ' *on décrit un cercle de rayon* λ, *qui coupe la tangente* aθ *en deux points; le lieu de ces points est une courbe de l'ordre* $2[mn(m'+n') - 2mm' - 2nn']$.

$$\left.\begin{matrix} x, & n(m-2)n'2 & u \\ u, & 2m'm(n-2) & x \end{matrix}\right| 2[mn(m'+n') - 2mm' - 2nn'].$$

» XIX. *De chaque point* a *de* U_m *on mène une tangente* aθ *à cette courbe et une droite* αa_1 *faisant avec cette tangente un angle de grandeur constante, laquelle rencontre une courbe* U_{m_1} *en un point* a_1; *la tangente en ce point rencontre la tangente* aθ *en un point* x *dont le lieu est d'ordre*

$$mn(m_1+2n_1) - 2mn_1 - 2n(m_1+n_1).$$

$$\left.\begin{matrix} x, & n(m-2)m_1 & u \\ u, & n_1 2(mn-m-n)(^1) & x \end{matrix}\right| mn(m_1+2n_1) - 2mn_1 - 2n(m_1+n_1).$$

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 18 mai 1874, lemme V.

» XX. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leur sommet* a *sur une courbe* U_m^n, *leur côté* aa″ *tangent à la courbe en un autre point et leur sommet* a′ *sur une courbe* U_{m_1} : 1° *la perpendiculaire abaissée du sommet* a″ *sur le côté* aa′ *enveloppe une courbe de la classe* $m_1(3mn - 2m - 4n)$.

$$\begin{array}{lll|l} IX, & 2m_1(mn - m - n) & IU & \\ IU, & n(m-2)m_1 & IX & m_1(3mn - 2m - 4n). \end{array}$$

» 2° *Le pied de la perpendiculaire est sur une courbe de l'ordre*

$$m_1(5mn - 3m - 6n).$$

$$\begin{array}{lll|l} x, & 2(mn - m - n)m_1 & u & \\ u, & m_1(3mn - 2m - 4n) & x & m_1(5mn - 3m - 6n): \end{array}$$

ÉLECTRO-MAGNÉTISME. — *Sur le rapport qui doit exister entre le diamètre des noyaux de fer des électro-aimants et l'épaisseur de leur hélice magnétisante.* Note de M. **Th. du Moncel.**

« Les déductions que j'ai formulées dans ma dernière Note sur les meilleures conditions de sensibilité des galvanometres peuvent exactement s'appliquer aux électro-aimants. Néanmoins il importait de faire à leur égard des expériences précises pour vider définitivement la question. J'ai, en conséquence, enroulé avec un soin tout particulier, sur une même bobine ayant $0^m,061$ de longueur entre les rondelles et $0^m,011$ de diamètre extérieur de tube, deux longueurs de 60 mètres de fil n° 16 plus une longueur de $57^m,25$, qui formait une troisième hélice. Ces trois hélices avaient leurs bouts en dehors et distincts les uns des autres, de sorte qu'elles pouvaient être étudiées isolément ou en combinaison. La première présentait une résistance de 1080 mètres de fil télégraphique, la seconde une résistance à peu près la même, ce qui constituait pour les deux réunies une résistance de 2160 mètres; et enfin la troisième, ajoutée aux deux premières, fournissait une résistance totale de 3200 mètres.

» En soumettant cet électro-aimant à ma balance magnétique et en ne provoquant l'attraction que sur un pôle seulement (celui recouvert de la bobine), j'ai obtenu, sous l'influence d'une pile Leclanché de trois éléments, dont la résistance individuelle était d'environ 400 mètres, les résultats suivants :

Résistances du circuit extérieur	Hélice A de 1080 mèt.	Hélice B de 2160 mèt.	Hélice C de 3200 mèt.
Avec 1200 + 0 (1200).......	F = 112^{gr}	F′ = 122^{gr}	F″ = 112^{gr}
» 1200 + 400 (1600).......	F = 73	F′ = 92	F″ = 95
» 1200 + 1000 (2200).......	F = 47	F′ = 66	F″ = 70
» 1200 + 2000 (3200).......	F = 27	F′ = 43	F″ = 50
» 1200 + 3000 (4200).......	F = 17	F′ = 29	F″ = 36
» 1200 + 4000 (5200).......	F = 12	F′ = 22	F″ = 28

» Les forces attractives F, F′, F″ étaient mesurées à une distance attractive de 1 millimètre. Or ce tableau montre que c'est l'hélice B dont les conditions de résistance par rapport au circuit extérieur répondent à peu près à celles indiquées par la théorie, c'est-à-dire à un circuit extérieur représenté par $\frac{2160}{1+\frac{c}{a}}$ ou 982 mètres, qui fournit les effets maxima; et ce n'est que quand la résistance du circuit extérieur atteint 1600 mètres, c'est-à-dire $\frac{3200}{2}$, que l'hélice C la plus résistante commence à manifester sa prépondérance. Avec deux éléments de pile et une résistance extérieure de 800 mètres, représentée par celle de la pile, la force de l'hélice B est encore restée prépondérante, car elle était de 60 grammes, alors que celles de l'hélice A et de l'hélice C étaient toutes deux de 57 grammes; mais avec un seul élément de pile, et par conséquent avec une résistance extérieure de 400 mètres, l'hélice A a eu l'avantage, et les forces ont été : 21 grammes pour cette hélice, 19 grammes pour l'hélice B et 17 grammes pour l'hélice C. Ces expériences, que j'ai répétées un grand nombre de fois, sont concluantes et n'ont pas besoin d'autres commentaires.

» Le second point important à examiner dans la construction d'un électro-aimant est de savoir quelle est la limite d'épaisseur qu'il faut donner aux bobines magnétisantes pour les placer dans les meilleures conditions d'action. On comprend, en effet, que la force des électro-aimants augmentant avec le diamètre des noyaux magnétiques, et la résistance des spires de l'hélice devenant plus grande par suite de cet accroissement de diamètre, il doit y avoir une limite où les avantages que l'on obtient par l'agrandissement du diamètre sont contre-balancés par l'accroissement de la résistance de l'hélice, et il s'agissait de déterminer cette limite. Le calcul fournit, comme je l'ai démontré dans mes différents travaux sur les électro-aimants, un moyen bien simple de résoudre la question dans ce cas ; mais certains auteurs ont cru que cette question était inutile à étudier, et ont

préféré dire que la pratique avait fixé certaines dimensions pour l'épaisseur à donner aux bobines et dont il ne fallait pas s'écarter. Toutefois, comme je ne veux rien avancer sans le prouver, j'ai entrepris à cet égard un grand nombre d'expériences dont je vais indiquer les principaux résultats; mais examinons d'abord les déductions que fournit le calcul.

» Si dans les équations exprimant les valeurs F et A du moment magnétique de l'électro-aimant et de l'attraction produite on fait varier la quantité qui représente le diamètre du noyau de l'électro-aimant, et qu'on établisse entre cette quantité et l'épaisseur a de l'hélice une relation algébrique, ce qui est facile, puisque, l'hélice pouvant être supposée enroulée sur le noyau de fer lui-même, cette quantité peut être représentée par c (1), on pourra, en plaçant l'électro-aimant dans ses conditions de maximum, par rapport à la résistance du circuit extérieur, obtenir une expression susceptible de maximum, que le rapport de R à H soit d'ailleurs celui que nous avons établi précédemment, ou celui qui est généralement admis, ou même celui que M. Weber a déduit quand on prend en considération l'épaisseur de l'enveloppe isolante du fil, lequel rapport est fixé par cette loi, que *la résistance de l'hélice doit être à celle du circuit extérieur comme le diamètre du fil nu est au diametre du même fil recouvert*. En représentant par α l'un ou l'autre de ces trois rapports, et en supposant invariable l'épaisseur a de l'hélice, et par suite le nombre t des tours de spires, la force attractive A, et le moment magnétique F de l'électro-aimant, ont pour expression, d'après la loi de Müller,

$$F = \frac{g^2 E \sqrt{c}}{\alpha \pi ba(a+c)} \quad \text{et} \quad A = \frac{g^4 E^2 c}{[\alpha \pi ba(a+c)]^2},$$

expressions qui sont susceptibles de maxima par rapport à c; mais les quantités R et H sont alors supposées varier en même temps et au fur et à mesure que l'hélice s'allonge par suite de l'accroissement du noyau magnétique. Si l'on prend les dérivées des expressions précédentes par rapport à c considéré comme variable, et qu'on les égale à zéro, on trouve que les conditions de maximum répondent à $a = c$, c'est-à-dire *à l'égalité de l'épaisseur de la bobine et du diamètre du fer de l'électro-aimant*. Or c'est précisément cette déduction que je vais démontrer par des expériences directes.

» Pour être bien certain de mes résultats, j'ai moi-même enroulé mes bobines avec un même fil fourni par M. Bonis, et j'ai pris trois types différents d'électro-aimants, ayant même longueur de bobines, mais avec des diamètres très-différents. L'un de ces électro-aimants avait un diamètre de $0^m,02$, un autre, un diamètre de $0^m,01$, et le troisième, un diamètre de $0^m,0065$. Je ne les faisais réagir sur ma balance que par un seul pôle, et chaque bobine, enroulée avec du fil n° 16, présentait 23 rangées de 111 spires chacune, soit 2553 tours de spires. Aucune épaisseur de papier

(1) Voir, pour la désignation des lettres des formules qui vont suivre, ma précédente Note, *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 377.

n'a été introduite entre les rangées, et toutes les spires étaient fortement serrées les unes contre les autres, ce qui donnait à toutes ces hélices une épaisseur uniforme de 1 centimètre. Il en résultait que l'électro-aimant dont le noyau avait 1 centimètre de diamètre répondait seul aux conditions de maximum posées précédemment. Cet électro-aimant avait une résistance de 3200 mètres, le plus gros une résistance de 5200 mètres et le plus petit une résistance de 2800 mètres. Or voici les résultats que j'ai obtenus en faisant passer à travers ces différents électro-aimants le courant d'une pile Leclanché variant de 1 à 3 éléments, ayant chacun une résistance de 400 mètres environ, et en estimant les forces à 1 millimètre de distance attractive.

Pile.	Résistances du circuit extérieur.	Gros électro-aimant de $0^{m},02$.	Moyen électro-aimant de $0^{m},01$.	Petit électro-aimant de $0^{m},0065$.
	m m m	gr	gr	gr
3 éléments.	1200 + 0 (1200)......	76	112	86
	1200 + 1600 (2800)......	48	57	(44)
	1200 + 2000 (3200)......	43	(50)	39
	1200 + 4000 (5200)......	(28)	29	22
	1200 + 10000 (11200)......	13	10	8
2 éléments.	800 + 0 (800)......	38	57	46
	800 + 2000 (2800)......	22	26	(20)
	800 + 2400 (3200)......	20	(22)	16
	800 + 4400 (5200)......	(14)	13	10
	800 + 10000 (10800)......	7	5	4
1 élément.	400 + 0 (400)......	12	18	15
	400 + 2400 (2800)......	7	7	(6)
	400 + 2800 (3200)......	6	(6)	5
	400 + 4800 (5200)......	(5)	4	4
	400 + 10000 (10400)......	3	2	2

» On voit, d'après ce tableau, que, pour une même résistance de circuit extérieur et avec une intensité électrique suffisante, c'est l'électro-aimant dont l'épaisseur de l'hélice est égale au diamètre du fer qui a l'avantage, et cet avantage se retrouve invariablement, quand on compare les forces produites sur des circuits extérieurs de résistance différente, appropriés aux résistances des électro-aimants, cas qui a seul été discuté dans les formules. Il n'y a que quand la force électrique est assez faible pour que l'accroissement de l'action magnétique avec le diamètre soit peu marqué, que le maximum de l'électro-aimant, de $0^{m},1$, est un peu effacé; et cela doit être ainsi, car la loi de Müller, qui suppose les forces attractives proportionnelles aux diamètres des noyaux magnétiques, n'est vraie que quand ces noyaux sont *magnétisés à un point voisin de celui de leur saturation*

magnétique, et, par ce mot *saturation*, il faut entendre ici l'état magnétique que conserverait l'électro-aimant si, au lieu d'être en fer, il était en acier trempé aimanté. Quand la force magnétique développée est de beaucoup au-dessous de ce point, c'est de l'intensité électrique que dépend surtout la force attractive produite, et celle-ci est naturellement plus forte avec le circuit le moins résistant. Les chiffres entre parenthèses indiquent sur le tableau précédent, pour chacune des trois séries d'expériences faites avec des intensités électriques différentes, les forces correspondant aux conditions de maxima par rapport au circuit, et ces conditions ont naturellement été établies en supposant la résistance du circuit extérieur égale à celle de l'hélice, puisque je partais, pour la construction de mes électro-aimants, d'une épaisseur *a* donnée. Si l'on se base sur les conditions de maximum que j'ai posées dans ma précédente Communication, la loi précédente ressort encore davantage, car les résistances maxima du circuit extérieur deviennent alors de 1400 mètres pour le plus petit électro-aimant, de 1600 mètres pour l'électro-aimant moyen, et de 2600 mètres pour le gros électro-aimant. Or les forces attractives de ces trois électro-aimants sont alors :

1° Pour l'électro-aimant de $0^m,01$.......	94^{gr} avec 3 élém.,	46^{gr} avec 2,	14^{gr} avec 1
2° Pour l'électro-aimant de $0^m,0065$....	79 »	41 »	12 »
3° Pour l'électro-aimant de $0^m,02$.......	50 »	25 »	8 »

» Il est facile de faire ressortir, au moyen des expériences indiquées précédemment, l'influence exercée par les diamètres des noyaux sur la force magnétique développée. Il suffit pour cela de placer dans les mêmes conditions de résistance du circuit les trois électro-aimants, et de comparer leurs forces respectives. Comme le nombre des spires est le même et que l'intensité électrique devient alors la même, les différences ne peuvent provenir que des différences de diamètre. Or, voici les résultats que j'ai obtenus en procédant de cette manière :

Résistances totales du circuit.		Électro-aimant de $0^m,02$.	Électro-aimant de $0^m,01$.	Électro-aimant de $0^m,0065$.
6400^m	(3200^m + 3200^m)........	»	50^{gr}	»
	(1200 + 5200)........	76	»	»
	(3600 + 2800)........	»	»	33
10400^m	(7200 + 3200)........	»	19	»
	(5200 + 5200)........	28	»	»
	(7600 + 2800)........	»	»	13
5600^m	(2400 + 3200)........	»	64	»
	(2800 + 2800)........	»	»	42
	....			

et l'on voit que c'est l'électro-aimant le plus gros qui a toujours la plus grande force.

» Si l'intensité électrique eût été suffisante pour saturer les noyaux de fer, il est probable qu'on aurait trouvé les forces proportionnelles aux diamètres; mais, en raison du petit nombre des éléments de pile employés, le rapport de cette proportionnalité se trouve diminué. On remarquera toutefois, dans les tableaux qui précèdent, que quand le circuit intérieur présente des résistances assez considérables pour dissimuler un peu les différences de résistance des hélices, l'action prépondérante du plus grand diamètre des noyaux magnétiques se fait sentir, et c'est l'électro-aimant le plus gros qui a l'avantage. Ces expériences sont bien concluantes et montrent que, pour une intensité électrique suffisante, *on a avantage à enrouler les électro-aimants de manière que l'épaisseur des couches de spires soit égale au diamètre des noyaux de fer;* et, pour que cette loi puisse être bien appliquée, il faut naturellement *proportionner le diamètre des noyaux à l'intensité électrique qui doit agir sur eux, et les choisir de manière que cette intensité développe en eux une quantité de magnétisme bien voisine du point de saturation*, point qui a été défini par M. Müller, dans ses recherches sur cette question.

» Les avantages de la loi que nous avons posée sont faciles à saisir, car elle permet de simplifier considérablement les calculs des éléments de construction des électro-aimants. De cette manière, en effet, l'expression donnant la longueur du fil de l'hélice devient $\frac{2\pi bc^2}{g^2}$, et si l'on rend la longueur b de l'électro-aimant fonction du diamètre c, en multipliant celui-ci par un coefficient m, que le calcul porte à 11, ainsi que je l'ai démontré dans ma Communication du 9 juin 1873, cette expression devient $\frac{2\pi c^3 m}{g^2}$ ou $\frac{75,4 c^3}{g^2}$, dans laquelle on n'a à considérer que deux quantités c et g, qui peuvent être déterminées, suivant les différents cas où l'on se trouve placé, au moyen des formules

$$c = \frac{E}{\sqrt{R}} \cdot 0,172175 \quad \text{et} \quad g = \sqrt{f\sqrt{\frac{c^3}{R}} \cdot 0,00020106},$$

ainsi que je l'ai démontré dans une Note à l'Académie des Sciences, présentée le 3 novembre 1873, et dans mon Mémoire sur la détermination des éléments de construction des électro-aimants [1]. Le nombre des tours de spires est donné alors lui-même par la formule $\frac{12c^2}{g^2}\cdot$ »

---

[1] Dans ces diverses formules, les constantes ont été calculées en supposant que R est

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un exemple de réduction d'intégrales abéliennes aux fonctions elliptiques* (suite)[1]; par M. A. CAYLEY.

« Je donne quelques autres formules dont je me suis servi dans le cours de cette recherche. Partant des expressions de ξ, η, ζ, on a

$$d\xi = \lambda du + \lambda_1 dv = \sqrt{ab}\{[-\sigma\delta\sigma_1\delta_1 + \gamma\gamma_1(1-2k^2\sigma^2)]du + [\gamma\gamma_1(1-2l^2\sigma_1^2) - \sigma\sigma_1\delta\delta_1]dv\},$$

$$d\eta = \mu du + \mu_1 dv = c\{[-k'\gamma\delta\gamma_1\delta_1 + l'\sigma\sigma_1(-1-k^2+2k^2\sigma^2)]du + [k'\sigma\sigma_1(1+l^2-2l_2\sigma_1^2) + l'\gamma\delta\gamma_1\delta_1]dv\},$$

$$d\zeta = \nu du + \nu_1 dv = \{[-\sigma\delta\sigma_1\delta_1 - \gamma\gamma_1(1-2k^2\sigma^2)]du + [\gamma\gamma_1(1-2l^2\sigma_1^2) + \sigma\delta\sigma_1\delta_1]dv\},$$

et en prenant pour A, B, C des fonctions telles que

$$A\,d\xi + B\,d\eta + C\,d\zeta = du + dv,$$

on a

$$A\lambda + B\mu + C\nu = 1,$$
$$A\lambda_1 + A\mu_1 + C\nu_1 = 1;$$

je pose aussi

$$A\xi + B\eta + C\zeta = 0,$$

et au moyen de ces équations j'obtiens pour A, B, C les valeurs

$$A\nabla = \frac{1}{2\sqrt{ab}}(-U+W),$$
$$B\nabla = \frac{1}{2c}V,$$
$$C\nabla = \frac{1}{2}(-U-W),$$

où

$$U = l'\delta^2(\delta\sigma_1\gamma_1 + \delta_1\sigma\gamma) + k'\sigma^2\gamma_1^2(l^2\delta\sigma_1\gamma_1 + k^2\delta_1\sigma\gamma),$$
$$W = k'\delta_1^2(\delta\sigma_1\gamma_1 + \delta_1\sigma\gamma) + l'\sigma_1^2\gamma^2(l^2\delta\sigma_1\gamma_1 + k^2\delta_1\sigma\gamma),$$
$$V = 2[(l'^2 + l^2\gamma_1^4)\sigma\gamma\delta + (k'^2 + k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1],$$
$$\nabla = (k'\sigma\gamma_1\delta_1 + l'\sigma_1\gamma\delta)(l\delta\sigma_1\gamma_1 - k\delta_1\sigma\gamma)(l\delta\sigma_1\gamma_1 + k\delta_1\sigma\gamma);$$

---

estimé en metres de fil télégraphique de 4 millimètres de diamètre, que la force électromotrice E est rapportée à celle d'un élément de Daniell, prise pour unité, et que le rapport de conductibilité du fer au cuivre est 6.

(1) Voir p. 265 et 426 de ce volume.

et de là aussi

$$-\mathrm{U}+\mathrm{W}=-\frac{2\sqrt{ab}}{c}(\delta\delta_1\gamma\gamma_1-k'l'\sigma\sigma_1)(\gamma\sigma_1\delta_1+\gamma_1\sigma\delta),$$

$$\begin{aligned}\mathrm{U}+\mathrm{W}=\frac{2}{c}\big(\{1+l^2\sigma^2\sigma_1^2-\sqrt{ab}[(1+k'l')\sigma^2-l^2\sigma_1^2]\}\,\delta\sigma_1\gamma_1\\+\{1-k^2\sigma^2\sigma_1^2+\sqrt{ab}[(1+k'l')\sigma_1^2-k^2\sigma^2]\}\,\delta_1\sigma\gamma\big).\end{aligned}$$

» En admettant l'équation $\frac{dx}{\sqrt{\mathrm{X}}}+\frac{dy}{\sqrt{\mathrm{Y}}}=-\frac{2}{c}(du+dv)$, on obtient sans peine les relations

$$\mathrm{A}\xi=\frac{c}{x-y}\left(\frac{x^2-x}{\sqrt{\mathrm{X}}}-\frac{y^2-y}{\sqrt{\mathrm{Y}}}\right),$$

$$\mathrm{B}\frac{\xi^2}{\eta}=\frac{c}{x-y}\left(\frac{x}{\sqrt{\mathrm{X}}}-\frac{y}{\sqrt{\mathrm{Y}}}\right),$$

$$\mathrm{C}\frac{\xi^2}{\zeta}=\frac{c}{x-y}\left(\frac{-x+1}{\sqrt{\mathrm{X}}}-\frac{-y+1}{\sqrt{\mathrm{Y}}}\right),$$

et, en multipliant par $c^2\delta\delta_1(\sigma^2-\sigma_1^2)\sqrt{\mathrm{XY}},=\frac{c^4ab\,\eta\zeta\delta\delta_1(\sigma^2-\sigma_1^2)}{\xi^5}\nabla$, et dans les seconds membres, au lieu de $c^2\delta\delta_1(\sigma^2-\sigma_1^2)\sqrt{\mathrm{X}}$, $c^2\delta\delta_1(\sigma^2-\sigma_1^2)\sqrt{\mathrm{Y}}$, substituant les valeurs $\mathrm{P}x^3+\mathrm{Q}x^2+\mathrm{R}x+\mathrm{S}$, $\mathrm{P}y^3+\mathrm{Q}y^2+\mathrm{R}y+\mathrm{S}$, on obtient, après quelques réductions simples, les équations

$$\begin{aligned}\mathrm{C}^4ab\,\delta\delta_1(\sigma^2-\sigma_1^2)\nabla\mathrm{A}&=ab\sigma\sigma_1\xi\eta\zeta-\sigma\sigma_1\xi^2\eta+c^2\gamma\gamma_1\xi^2\zeta,\\ \text{»}\qquad\nabla\mathrm{B}&=ab\,\sigma\sigma_1\zeta(\xi^2+\zeta^2-\eta^2)+\sigma\sigma_1\xi^3-\mathrm{Q}\xi\zeta,\\ \text{»}\qquad\nabla\mathrm{C}&=ab\sigma\sigma_1\eta(-2\xi^2-\zeta^2+\eta^2)+\mathrm{Q}\xi\eta-c^2\gamma\gamma_1\xi^3,\end{aligned}$$

lesquelles satisfont, comme cela doit être, à la condition $\mathrm{A}\xi+\mathrm{B}\eta+\mathrm{C}\zeta=0$. Réciproquement, en vérifiant ces identités, ce qui est assez pénible, on obtient une démonstration de l'équation différentielle

$$\frac{dx}{\sqrt{\mathrm{X}}}+\frac{dy}{\sqrt{\mathrm{Y}}}=-\frac{2}{c}(du+dv).$$

» En écrivant, pour plus de simplicité,

$$\mathrm{A}\nabla=-\frac{1}{c}\mathfrak{A}'\xi',\quad \mathrm{B}\nabla=\frac{1}{c}\mathfrak{B},\quad \mathrm{C}\nabla=-\frac{1}{c}\mathfrak{C},$$

les valeurs de $\mathfrak{A}'$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$ sont

$$\begin{aligned}\mathfrak{A}'&=\gamma\gamma_1\delta\delta_1-k'l'\sigma\sigma_1,\\ \mathfrak{B}&=(l'^2+l^2\gamma^4)\sigma\gamma\delta+(k'^2+k^2\gamma^4)\sigma_1\gamma_1\delta_1,\\ \mathfrak{C}&=\{1-l^2\sigma^2\sigma_1^2-\sqrt{ab}[(1+k'l')\sigma^2-l^2\sigma_1^2]\}\,\delta\sigma_1\gamma_1\\ &+\{1-k^2\sigma^2\sigma_1^2+\sqrt{ab}[(1+k'l')\sigma_1^2-k^2\sigma^2]\}\,\delta_1\sigma\gamma\end{aligned}$$

et des trois équations pour $A\xi$, $B\,\frac{\xi^2}{\eta}$, $C\,\frac{\xi^2}{\zeta}$, on déduit

$$-\frac{\mathfrak{A}'}{\sqrt{ab}}+B\eta\zeta=\Omega\left(\frac{x^2}{\sqrt{X}}-\frac{y^2}{\sqrt{Y}}\right),$$

$$B\zeta\ =\Omega\left(\frac{x}{\sqrt{X}}-\frac{y}{\sqrt{Y}}\right),$$

$$-\mathfrak{C}\eta+B\zeta\ =\Omega\left(\frac{1}{\sqrt{X}}-\frac{1}{\sqrt{Y}}\right),$$

ou

$$\Omega=\frac{c^2\nabla\eta\zeta}{ab\,\xi'(x-y)};$$

et c'est au moyen de ces équations que j'ai trouvé les valeurs ci-dessus données pour $\sqrt{\mathrm{ab}}$, $\sqrt{\mathrm{ac}}$, ...; on a, par exemple,

$$\sqrt{\mathrm{ab}}=\frac{\sqrt{X}\sqrt{Y}}{\sqrt{\mathrm{a}}\sqrt{\mathrm{b}}(x-y)}\left(\frac{x-x^2}{\sqrt{X}}-\frac{y-y^2}{\sqrt{Y}}\right)=\frac{\sqrt{X}\sqrt{Y}}{\sqrt{\mathrm{a}}\sqrt{\mathrm{b}}(x-y)\,\Omega}\,\frac{\mathfrak{A}'\eta\zeta}{\sqrt{ab}},$$

ce qui se réduit sans peine à $\sqrt{\mathrm{ab}}=\frac{c}{\xi'}\mathfrak{A}'$. Les dix fonctions contiennent de cette manière les facteurs suivants :

$$\begin{array}{ll}
\sqrt{\mathrm{ab}}, & \mathfrak{A}',\\
\sqrt{\mathrm{ac}}, & (1+a)\,\mathfrak{B}-\sqrt{\frac{a}{b}}\,\mathfrak{A}'\eta,\\
\sqrt{\mathrm{ad}}, & (1+b)\,\mathfrak{B}-\sqrt{\frac{a}{b}}\,\mathfrak{A}'\eta,\\
\sqrt{\mathrm{ae}}, & (1-ab)\,\mathfrak{B}+\sqrt{ab}\,\mathfrak{A}'\eta,\\
\sqrt{\mathrm{bc}}, & -\mathfrak{C}+\sqrt{\frac{a}{b}}\,\mathfrak{A}'\zeta.\\
\sqrt{\mathrm{bd}}, & -\mathfrak{C}+\sqrt{\frac{b}{a}}\,\mathfrak{A}'\zeta',\\
\sqrt{\mathrm{be}}, & -\mathfrak{C}-\sqrt{ab}\,\mathfrak{A}'\zeta,\\
\sqrt{\mathrm{cd}}, & \frac{1}{c}(-\sqrt{ab}\,\eta\zeta\mathfrak{A}'+c^2\mathfrak{B}\zeta-\mathfrak{C}\eta),\\
\sqrt{\mathrm{ce}}, & \frac{1}{c}\,a\left[\sqrt{ab}\,\eta+\mathfrak{A}'\zeta(1+a)(1-ab)\,\mathfrak{B}\zeta-\mathfrak{C}\eta\right],\\
\sqrt{\mathrm{de}}, & \frac{1}{c}\left[b\sqrt{ab}\,\eta\zeta\mathfrak{A}'+(1+b)(1-ab)\,\mathfrak{H}\zeta-\mathfrak{C}\eta\right],
\end{array}$$

mais il y a des dénominateurs variables qui contiennent des facteurs dont

quelques-uns divisent les numérateurs, et la réduction aux formes ci-dessus données m'a coûté assez de peine. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. JUDYCKI adresse une Lettre relative à ses précédents Mémoires « Sur le gisement et l'origine des combustibles minéraux ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. GUILLON adresse une Note relative à l'embryogénie.

(Renvoi à l'examen de M. Bouley.)

M. A. VARLEZ, M. L. VAILLET adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (173) *et* (174), *et remarques relatives à la découverte de cette dernière planète.* Lettre de M. STEPHAN à M. le Secrétaire perpétuel.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie des observations des planètes (173) et (174), faites à l'observatoire de Marseille.

» Relativement à la seconde de ces planètes, il s'est produit un incident qui nécessite quelques remarques. Le 19 août, nous avons reçu à Marseille, par l'obligeant intermédiaire de M. Le Verrier, un télégramme américain ainsi conçu :

« Planète par Watson, Ann-Arbor, 8 août. Position le 16 août : $21^h 14^m$, $15° 47'$. Mouvement 68 secondes. Nord 2'; 10°. Position qui coïncide avec celle de (174) ».

» Il paraît résulter de cette dépêche que l'éminent astronome américain a rencontré, le 8 août, une étoile de 10e grandeur non marquée sur ses cartes, mais que, par suite du mauvais temps ou pour une autre cause, le déplacement de cette étoile n'a pas pu être constaté ce jour-là ; ce serait seulement le 16 août que l'étoile a été reconnue être une planète.

» Si les choses se sont passées de cette façon, on ne saurait contester la priorité à M. Borrelly : en effet, le 10, il rencontrait l'étoile de 10e gran-

deur dans une des cartes Chacornac, et se trouvait empêché par le mauvais temps de poursuivre l'observation; mais, le lendemain, la nature planétaire de l'astre était reconnue, et M. Borrelly en donnait la position précise ainsi que les variations diurnes des deux coordonnées équatoriales; ces divers éléments ont été immédiatement transmis par voie télégraphique aux observatoires de France et de l'étranger.

1877.	Heure de l'obs. (T. M. Marseille.)	Asc. droite apparente.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	★	Obs.
			Planète (174).				
Août. 6.	12h. 5m. 24s	22h. 38m. 57s,86	98°. 16′. 21″,4	$-\bar{1}$,235	−0,8400	*a*	Coggia.
9.	10.36.30	22.37.39,15	98.48.39,9	$-\bar{1}$,454	−0,8320	*b*	Coggia.
10.	14.43.51	22.37. 4,89	99. 1.58,9	$+\bar{1}$,205	−0,8435	*b*	Coggia.
14.	10.16.11	22.35. 4,29	99.46.54,4	$-\bar{1}$,464	−0,8356	*c*	Coggia.
23.	11.15.51	22.29.28,62	101.39.30,1	$-\bar{1}$,090	−0,8601	*d*	Coggia.
			Planète (173).				
Août. 13.	12.15. 4	21.17.29,40	105.53.49,4	$-\bar{2}$,745	−0,8830	*e*	Coggia.
14.	9.41.25	21.16.32,38	105.51.45,2	$-\bar{1}$,359	−0,8695	*e*	Coggia.
17.	10.21.44	21.13.19,20	105.44.40,3	$-\bar{1}$,183	−0,8776	*c*	Coggia.

Positions des étoiles de comparaison pour 1877,0.

★	Nom des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
a	819 W. (A. C.), H. XXII.	22h. 39m. 58s,57	98°. 27′. 55″,8	Cat. Weisse.
b	7919 B. (A. C.)........	22.36.36,54	98.57.18,5	Cat. B. A. C.
c	7897 B. (A. C.)........	22.33.38,16	100. 0.10,0	Cat. B. A. C.
d	7849 B. (A. C.)........	22.25. 9,90	101.32. 3,3	Cat. B. A. C.
e	41647 Lalande.........	21.19.40,26	105.46.32,5	Cat. Lalande. »

ASTRONOMIE. — *Carte géographique provisoire de la planète Mars.* Note de M. C. Flammarion.

« Au moment où la planète Mars passe à sa plus grande proximité de la Terre, il peut être intéressant pour un grand nombre d'observateurs d'avoir sous les yeux un planisphère représentant l'état actuel de nos connaissances sur ce monde voisin. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une carte que j'ai commencée il y a bien longtemps déjà, en 1863, époque où je travaillais à la seconde édition de mon ouvrage sur *La pluralité des mondes*, dans laquelle je publiai un premier croquis, comme compa-

raison avec la géographie de la Terre, carte que j'ai souvent recommencée depuis, qui a seulement été terminée l'année dernière, et qui ne doit encore être considérée toutefois que comme un *tracé provisoire* des taches permanentes de cette planète.

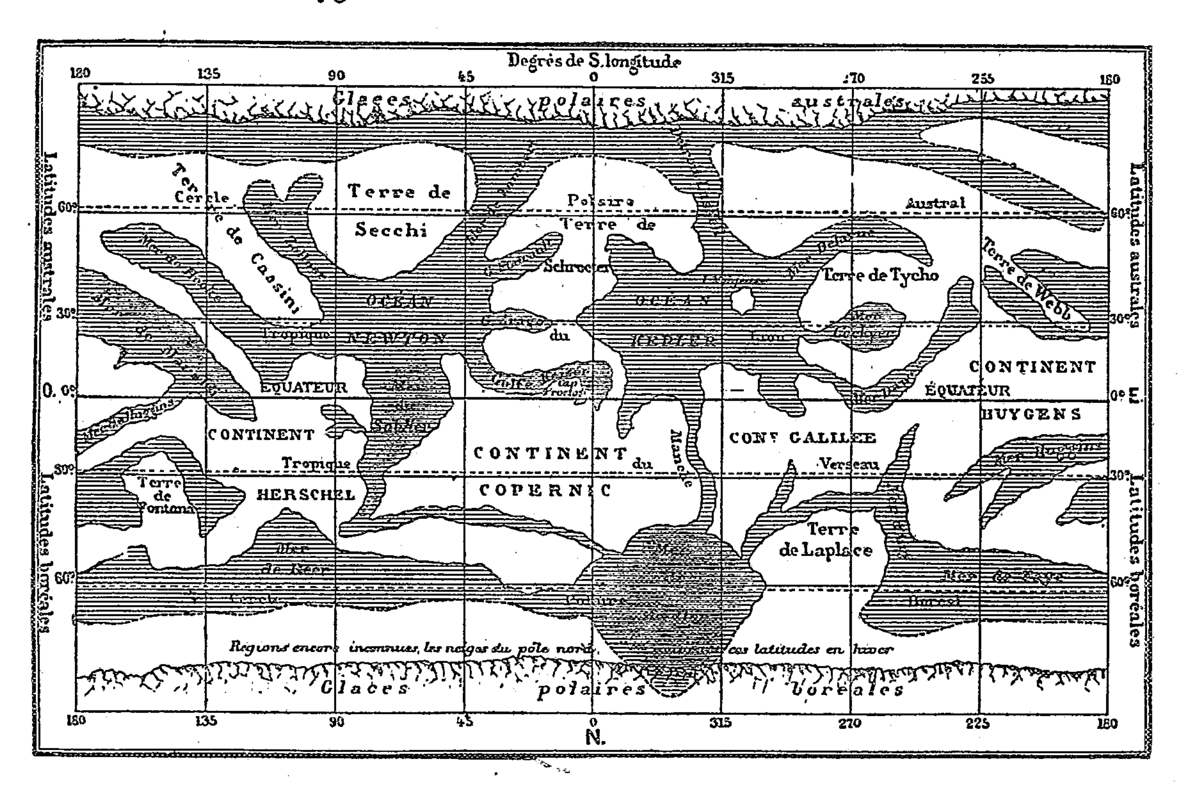
» Nous possédions déjà trois essais de représentation géographique de Mars. Le premier date de quarante ans, et a été donné par Beer et Mädler, pour résumer leurs observations faites en Allemagne de 1828 à 1836; le second est dû à Kaiser, de Leyde, qui traça une carte de Mars, après les oppositions de 1862 et 1864, pendant lesquelles il observa assidûment la planète; le troisième est dû à M. Proctor, qui, en 1869, dessina une carte remarquable beaucoup plus complète que les deux précédentes, d'aprés les observations faites en Angleterre par Dawes, en 1864. Ces trois cartes offrent entre elles des dissemblances considérables.

» Mon but a été de représenter, non une seule série d'observations comme dans les cas précédents (les miennes, quoique nombreuses, eussent été, du reste, fort insuffisantes pour ce but), mais l'ensemble général des observations faites depuis le commencement, si c'était possible. J'ai comparé, pour construire cette carte, près d'un millier de dessins, dont les premiers datent de plus de deux siècles (1636), et dont les principaux, indépendamment des trois séries précédentes, sont dus à Huygens, Herschel, Schröter, Secchi, Lockyer, Lassell, Lord Rosse, Knobel. La bibliographie aréographique de M. Terby m'a été fort utile dans ce travail.

» Le degré zéro des longitudes aréographiques a été placé au point choisi par Beer et Mädler, méridien remarquable par une petite tache très-sombre, signalée vers 1798 par Schröter, remarquée de nouveau en 1822 par Kunowski, prise comme origine en 1830, par Mädler, revue par Dawes, en 1852 et 1862, placée par Kaiser à 90 degrés, et qui est incontestablement un point fixe du sol de Mars. D'après l'ensemble des observations, cette tache me paraît isolée de celle qui s'étend à sa droite (orient), Kaiser a pris pour origine la tache ronde, non moins caractéristique, que l'on voit près du 270e degré, et Phillips, le cap équatorial du continent traversé par notre 45e degré. Il m'a paru préférable de conserver l'origine précédente, déjà adoptée par Mädler, Lockyer, Proctor, etc.

» La configuration la plus anciennement connue de la géographie de Mars est la mer verticale sombre que l'on voit descendre au-dessous de l'équateur, vers le 70e degré de longitude, s'amincir et se terminer par un coude qui se dirige vers l'est en forme de canal. Au-dessous se trouve une autre mer qui s'avance dans l'intérieur des terres en formant un angle. Lorsque le globe de Mars est tourné de façon à nous présenter cette ré-

gion à peu près de face, et lorsqu'on se sert d'un télescope ordinaire, ces deux mers paraissent réunies vers le coude, et l'ensemble rappelle la forme d'un *sablier*. William Herschel et les astronomes anglais la désignaient sous ce même nom : *the Hour-glass sea* (¹). La première observation que nous ayons de cette tache date du 28 novembre 1659, et est due à l'astronome Huygens.



» Elle est généralement plus sombre et mieux marquée que la plupart des autres taches, surtout vers le centre. Du reste, les diverses taches qui parsèment le disque de la planète sont loin d'avoir une même intensité.

(¹) Cette mer, représentée sous forme de sablier par tous les anciens observateurs, a, coïncidence bizarre, servi véritablement de *sablier* ou de mesure du temps, pour déterminer la durée de la rotation de la planète. Il semble donc que la meilleure désignation à donner à cette mer soit de lui conserver son nom déjà vénérable de *mer du Sablier*. Aucune dénomination n'a jamais été si légitime. Le P. Secchi a proposé le nom de *mer Atlantique*, et M. Proctor celui de *mer de Kaiser*. Or, d'une part, elle est bien étroite pour mériter le nom d'*Atlantique*, et d'autre part, si elle devait porter un nom d'astronome, ce serait celui d'Huygens, qui l'a découverte. Pour toutes ces raisons, nous avons cru naturel de lui conserver définitivement le nom de *mer du Sablier*.

» La mer du Sablier et l'*océan Newton*, dont elle est le prolongement, forment la configuration aréographique la plus anciennement connue.

» On peut leur associer la *mer de Maraldi*, vue aussi par Huygens, en 1659, sous la forme de bande analogue à celles de Jupiter. Hooke l'a dessinée en 1666, et Maraldi en 1704. Le P. Secchi lui avait donné le nom de *Marco Polo*, mais il est évident que celui de Maraldi, proposé par M. Proctor, lui convient à tous les titres.

» Le *golfe de Kaiser*, dont l'extrémité orientale forme la baie fourchue (longitude zéro), est, comme la mer du Sablier et les mers de Maraldi, Hooke et Huygens, l'une des configurations géographiques de Mars les plus anciennement dessinées. On en trouve un vestige dans deux dessins de Huygens de 1659 et de 1683. Herschel a dessiné le même golfe en 1777 et 1783, notamment le fer à cheval formé par le golfe d'Arago avec celui de Kaiser, et il est même le premier qui ait bien figuré ces détails; mais il a été, en 1862, l'objet de l'étude la plus soignée de la part de Kaiser.

» A l'est du golfe de Kaiser, on rencontre : 1° une baie émergeant au nord de l'océan Kepler; 2° une *Manche* conduisant de cet océan à la mer de Mädler. Cette Manche, comme cette mer, sont également connues depuis fort longtemps.

» Le bras de mer qui s'étend de l'océan Kepler à la mer de Mädler, qui est si caractéristique, et pour lequel le nom de *Manche* est certainement la dénomination qui convient le mieux, est surtout connu par les dessins du P. Secchi. La *mer de Mädler* paraît se prolonger vers le nord et devenir d'abord plus claire, puis plus foncée, et jeter sur un bras à l'est vers une autre mer plus orientale.

» L'*océan Kepler* est connu par un grand nombre d'observations, dont les plus anciennes remontent à William Herschel et Schröter.

» On remarque à l'est une tache ronde sombre, qui a reçu le nom de *mer de Lockyer*. Cette petite mer est très-curieuse : on la voit dessinée pour la première fois par Beer et Mädler, en 1830, et elle se trouve déjà, dans leur carte, sur le 270e degré de longitude et le 30e degré de latitude, mais isolée de l'océan Kepler, dont la limite orientale ne dépasse pas le 274e degré. On la retrouve en 1860, dans les dessins de Schmidt, d'Athènes, isolée aussi. En 1862, le P. Secchi l'a prise pour un cyclone, à cause de la forme circulaire de son entourage. La même année, le même jour (18 octobre), elle était dessinée en Angleterre, par M. Lockyer, et il la nommait la *mer Baltique*. Les dessins de Lassell lui donnent la forme d'un œil.

» Les mers Delarue, Dawes, Airy, Faye et Huygens ne sont pas aussi exac-

tement connues. Il en est de même des terres de Laplace, Fontana, Cassini, Secchi, Schröter, Tycho, Webb, et des golfes Arago et Foucault ([1]).

» Très-certainement il reste encore bien des points douteux, surtout à partir du 60e degré de latitude, et principalement au nord; mais j'ai l'espérance que, telle qu'elle est, cette carte représente, aussi exactement que possible, l'état actuel de nos connaissances sur la géographie de ce monde voisin. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Note récente de M.* du Moncel, *sur les meilleures conditions d'emploi des galvanomètres;* par M. **J. Raynaud.**

« Dans sa Note du 13 août, M. du Moncel, rappelant qu'il s'est déjà occupé de la question dont il s'agit, ajoute que ses conclusions « avaient même » provoqué une discussion qui s'est terminée par une Note de *mon con-* » *tradicteur*, dans laquelle les conditions de maxima déterminées par lui » sont exactement celles que j'ai résumées dans ma Note du 12 mai 1873 ».

» Me sera-t-il permis de faire remarquer que, s'il en est ainsi, c'est que M. du Moncel a rectifié, dans sa Note du 12 mai 1873, quelques-unes des assertions de sa Note du 10 février 1873, assertions relevées, d'une part, dans ma Note du 21 avril 1873, d'autre part, dans une Lettre adressée, le 23 mars 1873, à l'édition de *The telegraphic journal*, par M. O. Heaviside de Newcastle, Lettre insérée dans le numéro de ce journal en date du 15 avril.

» Je ferai remarquer encore que, dans une Note rectificative ajoutée par lui au tome II de la nouvelle édition des *Applications de l'électricité*, je lis le passage suivant à la page 564 :

« ...De sorte que, par le fait, l'observation de M. Raynaud est fondée, et dans les conclusions de mon travail, insérées dans *les Mondes* (t. XXV, p. 30), on devra évidemment modifier celles qui établissent d'une manière générale que les électro-aimants doivent avoir une résistance double de celle du circuit extérieur, ou, du moins, il sera nécessaire de spécifier les cas dans lesquels cette déduction est réellement applicable. »

» J'ajouterai qu'en 1874 M. du Moncel a publié une nouvelle brochure

---

([1]) L'avantage pratique de donner des noms aux objets, au lieu de simples numéros d'ordre, m'a conduit à inscrire les noms que l'on voit sur ce planisphère : ce sont ceux des principaux astronomes, à l'exception de la mer du Sablier et de la Manche, déjà nommées par leur propre forme. J'ai suivi en cela le même principe que M. Proctor, mais étendu sur une plus vaste échelle et affranchi de répétitions.

sur la construction des électro-aimants, et qu'il y a apporté des modifications importantes à celle qu'il avait publiée sur le même sujet en 1871. »

M. du Moncel, après avoir entendu la lecture de la Lettre précédente, demande la parole et s'exprime comme il suit :

« La réclamation que je viens d'entendre a lieu de me surprendre ; car, pour prouver la vérité de mon assertion, il suffit de rapprocher les conclusions de M. Raynaud des miennes, et d'examiner les dates des travaux. Or, si l'on fait ce rapprochement, on voit que M. Raynaud établit comme moi que, quand les dimensions d'un multiplicateur ou d'un électro-aimant restent constantes, et qu'on fait varier seulement la grosseur du fil de l'hélice magnétisante, le maximum d'effet se produit quand la résistance de ce multiplicateur ou de cet électro-aimant est égale à celle du circuit extérieur, du moins si l'on ne tient pas compte de l'enveloppe isolante du fil. D'un autre côté, il montre encore comme moi *que, si la grosseur du fil de l'hélice reste invariable, on peut enrouler successivement ce fil sur la bobine, jusqu'à ce que la résistance de l'hélice ainsi constituée soit égale à* R $\left(1 + \frac{c}{a}\right)$ *ou dépasse* R *de* $\frac{ab}{g^4}(\pi c + 2d)$, *si la bobine a la forme des cadres galvanométriques* (¹). Or les conclusions de M. Raynaud datent du 26 mai 1873 et de mai-juin 1877, et les miennes datent de l'année 1871, ainsi qu'on peut le voir dans la brochure que j'ai publiée à cette époque sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants, p. 18 et 125. Depuis la publication de cette brochure, j'ai modifié, il est vrai, quelques-uns des calculs que j'ai entrepris sur les électro-aimants, *mais je n'ai changé en rien les conclusions précédentes*, que j'ai rappelées et démontrées à plusieurs reprises, d'abord dans mon *Exposé des applications de l'électricité*, t. II, publié en mars 1873 ; en second lieu, dans mon *Etude sur la détermination des éléments de construction des électro-aimants*, publié en 1874, et dans plusieurs articles et Notes insérés dans les *Comptes rendus* des 10 février et 12 mai 1873, le journal *les Mondes* du 29 mai 1873 (²), le *Journal télégra-*

(¹) Il y a dans ma formule une petite différence qui tient à ce que j'ai supposé la résistance R réduite préalablement en fonction du fil de l'hélice, tandis que M. Raynaud la suppose non réduite ; il en résulte que je trouve g^2 au dénominateur de la formule au lieu de g^4.

(²) Cet article avait été envoyé au bureau des *Mondes* dès le commencement de mai, par

phique de Berne, le *Telegraphic journal*, etc. Ce n'est donc pas parce que j'ai modifié mes déductions qu'il y a accord entre les conclusions de M. Raynaud et les miennes, mais simplement parce que M. Raynaud, après ma Réponse du 12 mai 1873, ayant étudié de nouveau la question, a reconnu comme moi que le problème comportait deux solutions; toutefois, et c'est là le point où nous différons encore, il ne semble attacher d'importance qu'à l'une de ces solutions (celle généralement admise), tandis que je regarde l'autre solution comme la plus importante à prendre en considération pour les expérimentateurs, et c'est pour le démontrer que j'ai publié, avec preuves à l'appui de mon dire, ma dernière Note. Il est vrai qu'ayant étendu trop loin, dans l'origine, cette préférence, j'en avais fait la base de mes calculs sur la détermination des éléments de construction des électro-aimants, ce qui était un tort, *puisque partant de dimensions données, calculées de manière à satisfaire à d'autres conditions de maximum, je me trouvais dans le cas de l'application des conditions de maximum qui exigent que la résistance des bobines soit égale à celle du circuit extérieur;* mais je me suis arrêté dans cette voie, et c'est alors que j'ai dit, dans le tome II de mon *Exposé des applications de l'électricité*, publié en 1873, que l'observation de M. Raynaud du 21 avril 1873 était fondée; mais cela n'a rien à faire avec les conditions de maxima que j'ai déterminées dès 1870 et dont j'ai démontré surabondamment l'exactitude par les expériences citées dans ma dernière Note et celle que je présente aujourd'hui. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réponse à une Communication récente de M.* Angot *sur l'évaporation dans la région des chotts algériens.* Note de M. **Roudaire**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« Le 13 août dernier, M. Angot a fait, à l'Académie des Sciences, une Communication de laquelle il semble résulter :

» 1° Que les vents du sud soufflent exceptionnellement dans la région des chotts;

» 2° Que l'évaporation enlèverait, en vingt-quatre heures, à la mer

---

conséquent *avant que j'aie pu prendre connaissance du travail de M. Raynaud;* cet article renvoie du reste à mon travail sur les électro-aimants (p. 18 et 125). Il est vrai qu'une erreur de calcul s'était glissée dans l'une des formules que je discutais, et c'est pour la corriger que la Note de la page 125 a été ajoutée à l'ouvrage deux ans avant la discussion dont il s'agit.

intérieure, une couche de $0^m,006$ de hauteur, et par conséquent double de celle que j'ai prévue.

» Les observations météorologiques d'où ces conclusions sont déduites paraissent probantes. Je vais démontrer qu'on serait étrangement induit en erreur en les considérant comme telles.

» 1° *Direction des vents.* — Les observations relatives à la direction des vents, sur lesquelles s'appuie M. Angot, ont été faites à Biskra. En consultant la carte du Dépôt de la guerre, on voit que cette ville est située sur la bissectrice et vers le sommet d'un angle formé par les chaînes du Matraf et du Bourzel, d'une part, et par les derniers contre-forts de l'Aurès, d'autre part. Les vents de sud, de sud-est et de sud-ouest, en s'engageant dans cet angle ouvert du côté du sud, y subissent des déviations successives; il se produit même, vers le sommet de l'angle, à Biskra, des mouvements gyratoires; de sorte que la direction du vent varie suivant le point où l'on est placé. Ce fait ressort de la Communication même de M. Angot, qui, dans la Note de la page 399 des *Comptes rendus*, déclare que les observations faites à Biskra, en deux points différents, n'ont pas donné les mêmes résultats. En 1874, je m'étais rendu compte de ces déviations : étant à Biskra, je remarquai que le sirocco, bien facile à reconnaître à sa sécheresse et à sa température élevée, semblait venir de l'ouest et même du nord-ouest. Plus tard, en comparant les observations que nous avions faites sur le bord des chotts aux observations correspondantes faites à Biskra, je constatai qu'elles ne présentaient pas la moindre concordance. Des vents de sud et de sud-ouest étaient devenus, à Biskra, des vents d'ouest et de nord-ouest. Aussi, quoique connaissant les observations invoquées par M. Angot, je savais qu'il était impossible d'en déduire le régime des vents de la région des chotts.

» Mais, à défaut d'observations régulières faites dans cette région, nous avons les dunes, dont le témoignage ne saurait être contesté. On sait que ces monticules de sable se déplacent lentement, suivant la direction que leur imprime la résultante générale des vents, et qu'ils se disposent de manière à tourner leur talus le plus doux vers cette résultante, c'est-à-dire vers les vents dominants. Or ce talus est, ainsi que je l'ai déjà dit souvent, presque toujours tourné vers le sud-est, le sud ou le sud-ouest. A l'appui de mes propres observations, je citerai le passage suivant, extrait d'une Communication faite à la Société de Géographie, par M. Largeau :

« Près de l'Oued, dit cet observateur consciencieux, les dunes sont disposées en longues

veines, hautes de 10 à 15 mètres, dont *la direction invariable* est du nord-est au sud-ouest; *ce qui est une preuve qu'elles sont formées par les vents de sud-ouest* (1). »

» La ville d'El-Oued, dont il est ici question, est située dans le Souf, au sud du chott Mel-Rir. Il n'y a pas, dans le voisinage, de montagnes qui fassent dévier les vents, comme à Biskra, et l'on voit que c'est incontestablement le vent de sud-ouest qui y est le vent dominant.

» Des observations régulières faites dans la région des chotts, à une distance convenable de l'Aurès, feront seules connaître exactement dans quelle proportion soufflent les vents du sud. Je me propose d'étudier la question avec soin, dès que je retournerai dans les chotts ; mais il serait vivement à désirer que le service météorologique de l'Algérie, si dévoué à la science, pût créer des stations à El-Oued et à Touggourth. Ces deux villes, il est vrai, ne sont habitées que par des Arabes ; mais ne pourrait-on pas y installer des appareils enregistreurs ?

» 2° *Évaporation.* — Rien n'est plus facile que de répondre à la deuxième objection de M. Angot.

» En 1874 et 1875, j'ai fait moi-même, dans la région des chotts, avec l'évaporomètre Piche, des observations qui m'ont précisément donné les résultats fournis par M. Angot. J'en ai conclu les rapports qui existent entre les couches d'eau évaporées par telle ou telle température, par tel ou tel vent. C'est ainsi que j'ai reconnu que l'évaporation moyenne est doublée les jours de sirocco ; mais il ne m'est jamais venu à l'esprit de considérer les chiffres obtenus, en observant une surface de 5 ou 6 centimètres carrés, comme représentant l'évaporation qui se produirait sur de grandes surfaces salées. Pour démontrer combien une semblable interprétation serait fausse, il suffit de citer ce qui s'est passé pendant le remplissage des lacs amers :

« Du 7 au 15 juillet le déversoir (destiné à régler l'introduction des eaux) n'avait fonctionné qu'avec un très-petit nombre d'aiguilles levées, et le niveau était resté stationnaire dans les lacs. L'introduction avait été déterminée par le calcul à 3 540 942 mètres cubes, soit, en chiffres ronds, à 400 000 mètres cubes par jour. Ce dernier chiffre donne donc la quantité d'eau absorbée par l'évaporation *qui, d'après la surface correspondante, produisait* $0^m,003$ *à* $0^m,0035$ *de dénivellation pendant vingt-quatre heures, et cela, pendant le mois le plus chaud de l'année.*

» *Ce résultat justifiait les prévisions des ingénieurs qui avaient déclaré que le chiffre* $0^m,020$, *admis comme chiffre moyen de l'évaporation en Egypte, ne serait jamais atteint, vu la*

---

(1) *Bulletin de la Société de Géographie*, novembre 1875, p. 513.

couche d'air humide qui devait recouvrir la surface des lacs amers et le degré de salure des eaux. » ([1]).

» Toutes les observations faites, depuis cette époque, par les ingénieurs de la Compagnie de Suez, ont donné le même résultat. Les lacs amers sont les seules grandes surfaces sur lesquelles il ait été possible d'observer, avec précision, la hauteur de la couche d'eau enlevée par l'évaporation. Le bassin des chotts étant situé à peu près sous la même latitude, et jouissant d'un climat analogue, on peut affirmer que l'évaporation moyenne sera également de 3 millimètres, chiffre sur lequel j'ai basé tous mes calculs.

ANATOMIE ANIMALE. — *Note sur la terminaison des nerfs dans l'appareil électrique de la Torpille ;* par M. Ch. Rouget.

« Depuis que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, en octobre dernier, le complément de mes recherches sur la structure de l'appareil électrique de la Torpille, deux travaux importants sur le même sujet ont été publiés, l'un par M. le professeur Boll, de Rome ([2]), l'autre par M. le professeur Ranvier ([3]). Les conclusions de ces deux Mémoires sont en opposition formelle, pour ce qui concerne le mode de terminaison des nerfs, avec celles que j'ai formulées et démontrées à l'aide de photographies prises sur nature, déposées en octobre dernier dans les archives de l'Académie, et actuellement en cours de publication.

» M. Boll, qui, dans un précédent travail ([4]), avait *vu, décrit* et *figuré* le réseau à mailles fermées découvert par Kölliker, affirme maintenant que les dernières divisions des nerfs électriques *se terminent toutes par des extrémités libres*, et qu'il ne saurait plus être question d'un réseau terminal, mais bien de *ramifications terminales*. M. Ranvier, qui déclare s'être mis parfaitement d'accord sur ce point avec MM. Boll et Ciaccio, n'est pourtant pas aussi absolu que M. Boll ; pour lui, le plus grand nombre des ramifications ultimes se terminent par des extrémités libres renflées en forme de bourgeons, mais il existe aussi quelques anastomoses, *dont la proportion varie*

([1]) *Le percement de l'isthme de Suez*, par L. Monteil, ingénieur de la Compagnie de Suez.

([2]) *Archives d'Anatomie et de Physiologie*, de Reuhert et Dubois-Raymond. Leipzig nov. 1876.

([3]) *Journal de Microscopie* du Dr Pelletan, numéros de mai et juin 1877.

([4]) *Archives d'anatomie microscopique* de M. Schultze, t. X, 1873.

suivant que la préparation a été traitée par tel ou tel réactif. Sauf cette dernière particularité, qui appartient en propre à M. Ranvier, sa manière de voir est précisément celle qu'avait exposée Ciaccio, le premier, en 1874 et 1875 [1].

» MM. Boll, Ciaccio et Ranvier s'accordent, en outre, à admettre que les extrémités nerveuses terminales libres supportent un système de pointes ou de bâtonnets, disposés en *palissades*, entrevus par Remak en 1856, décrits et figurés par Boll en 1873, sous le nom de *pünctirüng* (*pointillé*) et que MM. Ciaccio et Ranvier désignent sous le nom de *pointes* ou de *cils électriques*.

» Bien que je fusse déjà, par mes précédentes recherches, en possession de preuves irréfutables de l'erreur dans laquelle sont tombés MM. Ciaccio, Ranvier et Boll, en admettant la terminaison des nerfs électriques par des extrémités libres, et niant absolument l'existence d'un réseau terminal à mailles fermées, j'ai entrepris, dans le courant de cet été, de nouvelles observations, en m'astreignant scrupuleusement à employer les procédés d'investigation dont ont fait usage les observateurs précités.

» Je réserve pour une Communication ultérieure l'exposé détaillé du résultat de ces observations, accompagné de preuves à l'appui, c'est-à-dire de photographies des préparations histologiques. Je me bornerai aujourd'hui à consigner ici les conclusions principales de mon travail. En examinant la lame nerveuse des disques électriques, par la face qui reçoit les ramifications ultimes des fibres pâles, c'est-à-dire par la face ventrale (qu'il s'agisse de préparations fraîches, sans l'intervention d'aucun réactif, ou de préparations traitées par les solutions d'azotate d'argent, de chlorure d'or, d'acide osmique en injection ou en macération, seul ou renforcé par l'imprégnation consécutive au chlorure d'or, avec ou sans macération prolongée des préparations à l'acide osmique dans les bichromates de potasse ou d'ammoniaque, avec ou sans coloration à l'hématoxyline, etc.), on observe constamment et la photographie reproduit un réseau formé par les divisions des dernières branches des fibres pâles ramifiées, *en bois de cerf*. Les apparences de terminaisons en boutons ou extrémités libres, qui peuvent se montrer çà et là dans toutes les préparations, se rattachent manifestement au réseau, dans les photographies agrandies, par des prolongements qui échappent à l'observation directe. Les solutions de continuité des

---

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Bologne*, mai 1874, et journal *le Spallanzani*, t. XIII, 1875.

mailles que l'on observe dans les préparations traitées à l'état frais par l'azotate d'argent ou le chlorure d'or ne sont pas constantes et résultent de l'action nuisible ou irrégulière du réactif.

» Vus par la face ventrale de la lamelle nerveuse, les filaments qui circonscrivent les mailles sont lisses et à bords réguliers : en examinant, au contraire, la lame nerveuse complétement isolée par sa face dorsale, ces mêmes filaments présentent une surface irrégulière, hérissée de prolongements qui se montrent, dans certains cas, disposés en séries régulières sur les bords des filaments d'où ils se détachent comme les barbes d'une plume. Ces fibrilles font corps avec les filaments du réseau, elles émanent de sa substance : ce sont des fibrilles nerveuses élémentaires, qui, parallèles les unes aux autres, se dirigent perpendiculairement au plan de la lame nerveuse, de la face ventrale vers la face dorsale, et à ce niveau se réunissent en arcade et constituent un dernier réseau, véritablement terminal, d'une régularité admirable, dont les mailles et les filaments ont à peine le quart des dimensions du réseau d'origine de la face ventrale (*réseau terminal de Kölliker*). L'ensemble des deux réseaux nerveux et des prolongements qui les unissent constitue une couche spongieuse réticulée, à mailles de grandeur décroissante de la face ventrale à la face dorsale, dans laquelle tous les éléments nerveux s'anastomosent en arcade et se fusionnent, sans qu'on y rencontre une seule extrémité libre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Variations de la température pendant l'éclipse totale de Lune du 24 août 1877*. Lettre de M. **Ad. Bérigny** à M. le Président.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les observations météorologiques qui, le 23 de ce mois, ont précédé et suivi le commencement de l'éclipse totale de Lune.

» Il résulte de ces observations : 1° qu'il s'est manifesté un refroidissement très-accentué à 10 heures du soir; 2° que ce fait exceptionnel, accusé pendant la nuit, s'est fait aussi sentir sur le *minimum*.

» Cet abaissement relatif de la température dépend-il du fait astronomique ou de la simple coïncidence? Ce fait, si remarquable, me parait devoir attirer l'attention des météorologistes. Il serait intéressant, en effet, de savoir s'il a été général.

» La science ne doit-elle pas tenir compte de tous les faits exacts, quand bien même ils paraissent inexplicables au premier abord?

	Thermomètre.	Minima.
	o	o
20	21,9	17,0
21	17,9	18,9
22	15,3	15,2
23	12,1	12,1
24	15,5	8,8
25	21,1	13,9
26	16,7	17,1.

Remarque de M. FAYE *à l'occasion de la Communication de M.* Bérigny.

« La Communication de M. Bérigny est assurément intéressante; il est curieux de voir un abaissement notable de température coïncider avec une éclipse totale de Lune. Cependant, je ne suis pas disposé à attribuer cet abaissement à l'éclipse, pour deux raisons. La première, c'est que le ciel était, ce soir-là, d'une pureté exceptionnelle, ce qui suffit pour rendre le rayonnement terrestre très-actif et expliquer une baisse thermométrique notable. La seconde, c'est que les physiciens ont eu toutes les peines du monde à rendre perceptible, aux appareils les plus délicats, la chaleur envoyée ou réfléchie par la Lune. Si donc nous venons à être privés de cette radiation pendant une heure ou deux, cela ne doit pas affecter nos thermomètres ordinaires et moins encore nos sens.

» J'ai observé, comme tout le monde, cette éclipse à l'œil nu. La Lune est restée parfaitement visible, même au milieu du cône d'ombre terrestre, grâce aux rayons solaires réfractés par notre atmosphère et pénétrant dans l'intérieur de l'ombre géométrique. Ce sont ces mêmes rayons qui, après le coucher du Soleil, illuminent à l'est, en beau rose, les nuages de notre atmosphère et même nos édifices. Il n'est donc pas surprenant que la Lune éclipsée nous apparaisse teinte de cette couleur.

» Cependant il arrive quelquefois que la Lune disparaît complétement pendant une éclipse, même pour l'œil armé d'une lunette ou d'un télescope. Probablement ce phénomène, assez rare du reste, tient à ce que l'atmosphère terrestre était alors nuageuse sur le pourtour de notre globe (vu de la Lune), tandis que le ciel était clair au lieu d'où l'éclipse a été observée. Ce qui m'a frappé, le 23 août, c'est que les bords de la Lune, éclairés par des rayons où l'interposition des couches les plus denses et les plus humides de l'atmosphère avait éteint sensiblement toutes les couleurs du spectre, sauf certains rayons rouges, étaient plus brillants que le centre.

Cette différence d'illumination des bords au centre était bien plus frappante que sur le disque de la pleine Lune éclairée à l'ordinaire par le Soleil [1]. »

M. L. **Hugo** adresse un Tableau graphique des variations de distance de la Lune à la Terre en 1877.

M. P. **Leray** adresse une Note relative aux actions exercées à distance.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 aout 1877.

(suite.)

Congrès périodique international des Sciences médicales; 5e session (9 au 15 septembre 1877). Programme et règlement. Genève, H. Georg, 1877; in-8° (2 exemplaires).

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; t. XXXI, 4e série, t. I, 4e liv., 1877. Bordeaux, impr. Vve Cadoret, 1877; in-8°.

Morphologie du système dentaire des races humaines, dans ses rapports avec l'origine des races et la théorie de Darwin; par M. E. Lambert. Bruxelles, Fr. Hayez, 1877; in-8°. (Présenté par M. P. Gervais.)

Le calcaire dévonien, supérieur dans le nord-est de l'arrondissement d'Avesnes; par M. J. Gosselet. Lille, impr. Six-Horemans, 1877; br. in-8°.

---

[1] M. Fizeau me fait remarquer, après la séance, que cet excès d'éclat tient sans doute à la distribution des rayons amenés par la réfraction dans le cône d'ombre. Ceux-ci, en effet, doivent être bien plus abondants sur les bords du cône qu'à l'intérieur. Quant à la teinte rose de cette lumière, résultante des rayons de toute réfrangibilité qui échappent à l'absorption des couches d'air et de vapeur d'eau de notre atmosphère, elle était partout la même; car, en cachant par un objet éloigné (arbre ou maison) la partie brillante de la Lune pendant l'éclipse partielle, on retrouvait sur la partie éclipsée la même teinte que pendant la totalité.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr RENARD, année 1876, t. II, seconde partie. Moscou, 1876; in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées sous la rédaction du profr. Dr Th. BREDICHIN; vol. III, 2e livr. Moscou, A. Lang, 1877; in-4°.

Transactions of the royal Society of Arts and Sciences of Mauritius; new series, vol. IX. Mauritius, 1876; in-8°.

Sull' antagonismo tra l'oppio e la belladonna Saggi sperimentali; per G. BONACCORSI. Catania, tipogr. Galatola, 1877; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 AOUT 1877.

Détermination des ascensions droites des étoiles de culmination lunaire et de longitude; par M. M. LOEWY. Paris, Gauthier-Villars, 1877; in-4°. (Extrait des *Annales du Bureau des Longitudes.*)

Des causes auxquelles peuvent être attribuées les grandes pluies sur le versant français de la Méditerranée; par M. DOUMET-ADANSON. Montpellier et Cette, typogr. Boehm, sans date; br. in-4°.

Essai sur l'industrie et le commerce belges, français et étrangers, leur état actuel et leur avenir, etc.; par H. HOUTAIN. Gand, A. Hoste, 1876; in-8°.

Nivellement de précision de la Suisse, exécuté par la Commission géodésique fédérale, sous la direction de A. HIRSCH *et* E. PLANTAMOUR; 6e livr. Genève, Bâle, Lyon. H. Georg, 1877; in-4°.

Détroit de la Manche. Construction d'une ligne de chemin de fer. Études scientifiques et définitives. Paris, 19, rue Lafayette, 1877; in-4°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 13 août 1877.)

Page 394, ligne 10 en remontant, *au lieu de* plans osculateurs des..., *lisez* tangentes aux....

Page 395, lignes 12 et 13 en remontant, *au lieu de* plans osculateurs, *lisez* tangentes.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 SEPTEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NAVIGATION. — M. YVON VILLARCEAU, en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire de l'ouvrage intitulé : *Nouvelle navigation astronomique*, qu'il vient de publier en collaboration avec M. de Magnac, s'exprime comme il suit :

« Le plan de cet Ouvrage et les circonstances dans lesquelles il a été entrepris sont connus de l'Académie; les diverses Communications qui lui ont été faites depuis le 6 mars de l'année dernière me dispensent de revenir sur un sujet longuement débattu dans cette enceinte.

» Je rappellerai seulement que la *Nouvelle navigation* comprend deux divisions, consacrées, l'une à la *Théorie*, dont je suis l'auteur, l'autre à la *Pratique*, et qui appartient à M. de Magnac.

» La Partie *théorique* est le développement de la série d'idées qui sont exposées dans les Communications des 6 et 13 mars 1876. La rédaction de cette Partie a été commencée, dans la prévision qu'on pourrait la livrer aux professeurs vers l'époque de l'ouverture des cours de 1876-1877; c'est pourquoi nous avons condensé, dans le premier Chapitre, tout ce que les nouvelles méthodes renferment d'important à connaître.

» Le Chapitre II contient l'exposé de la théorie des courbes de hauteur et de ses usages.

» Le Chapitre III est consacré aux cas particuliers où l'on peut déterminer séparément les deux coordonnées du point : circumméridiennes, culminations, circompolaires et angles horaires.

» Des délais inévitables nous ayant été imposés, nous en avons profité pour compléter notre exposition, au moyen d'une série de Notes que quelques personnes désireraient sans doute voir figurer dans le texte de l'Ouvrage. D'autres penseront, au contraire, que l'exposition eût par cela même perdu quelque chose de sa clarté : nous abandonnons ce point au jugement des professeurs.

» La plupart des Notes se rapportent à des développements analytiques; on y trouve deux méthodes analytiques et graphiques, pour la détermination du point, en tenant compte des termes du second ordre, que l'on néglige dans l'application de la théorie des droites de hauteur : l'une concerne l'emploi du plan tangent, l'autre se rapporte à l'emploi des cartes marines. Nous signalerons encore la détermination *graphique* du *point le plus probable*, au moyen de la théorie des droites de hauteur, enfin une solution analytique rigoureuse du même problème, solution qui n'est donnée que comme moyen de vérifier la suffisante exactitude de la précédente.

» Dans la Partie *pratique*, M. de Magnac a présenté, sous une forme élémentaire, les principes de la nouvelle navigation ; il les a ainsi rendus accessibles aux navigateurs qui ne sont pas très-familiarisés avec l'analyse mathématique. De ces principes, il a tiré des règles pratiques dont il donne, pour chaque cas, des applications numériques. Tous les détails nécessaires à la conduite des chronomètres, à l'emploi du sextant et aux calculs numériques, sont présentés dans un ordre que les praticiens ne manqueront pas d'apprécier.

» Le volume se termine par une série de Tables numériques, les unes entièrement nouvelles, les autres complétant ou rectifiant des Tables connues.

» La table I fournit les termes du second ordre, nécessaires au transport d'une hauteur sur l'horizon d'un lieu donné et à la solution plus exacte du problème du point, que celle que l'on déduit de la simple intersection de deux droites de hauteur; plusieurs des autres Tables servent à fixer les limites dans lesquelles on peut appliquer des procédés très-simples, mais

seulement approchés, sans avoir à redouter d'erreurs excédant des limites données. Enfin la Table V donne, jusqu'aux limites de ± 70°, tant en latitude qu'en déclinaison, le coefficient du carré de l'angle horaire, dans la réduction des observations de circumméridiennes, et les limites de cet angle horaire.

» Nous ne pouvons nous dispenser, en terminant, de signaler les soins que M. Gauthier-Villars a apportés à la composition et à l'impression du nouveau Traité de navigation. »

CHIMIE. — *Mémoire sur les combinaisons du chlorhydrate d'ammoniaque avec les chlorures de potassium et de sodium ;* par M. É. CHEVREUL. (Extrait.)

« J'ai trouvé dans le guano (¹) des cristaux cubiques formés de chlorure de sodium et de chlorhydrate d'ammoniaque. Un composé analogue existait dans un fragment de peau de phoque, partie de ce guano. Je suis loin de m'exagérer l'importance de cette combinaison ; cependant, quand on s'occupe de l'analyse immédiate organique, que l'on sait la grande influence de l'eau sur les propriétés physiques des tissus organiques, et les modifications qu'elle reçoit des matières inorganiques qu'elle peut dissoudre, les composés de l'ordre de ceux sur lesquels j'appelle l'attention de l'Académie ne manquent pas d'intérêt, surtout si l'on réfléchit qu'il peut exister dans ces liquides aqueux des êtres vivants. Tel est le motif qui m'a déterminé à soumettre aux expériences que je vais décrire les combinaisons que le chlorhydrate d'ammoniaque peut contracter avec le chlorure de potassium et le chlorure de sodium.

» J'ai fait des solutions de chlorhydrate d'ammoniaque et de chlorure de potassium, ainsi que de chlorure de sodium, en diverses proportions d'équivalents, à savoir :

N° 1, équivalents égaux de chlorhydrate et de chlorure.
N° 2, 1 équivalent de chlorhydrate et 2 de chlorure.
N° 3, 1 équivalent de chlorhydrate et 3 de chlorure.
N° 4, 2 équivalents de chlorhydrate et 1 de chlorure.
N° 5, 3 équivalents de chlorhydrate et 1 de chlorure.

» Les solutions de chaque numéro, mises dans un cristallisoir cylindrique de verre de $0^{m},18$ de diamètre et de $0^{m},07$ de profondeur, lequel

(¹) Voir t. LXXIX des *Comptes rendus*, p. 493.

était reçu dans un vase plus grand, afin d'éviter les inconvénients du *grimpement des cristaux* hors du cristallisoir.

» Les cristallisoirs reposaient sur un plan à claire-voie, placé dans une caisse en bois au fond de laquelle se trouvait un lit de morceaux de chaux grasse de la grosseur d'un œuf.

» On a obtenu deux sortes de cristaux des *cubes* et des dendrites formées d'*aiguilles* rappelant la forme du chlorhydrate d'ammoniaque.

» J'ai pris pour équivalents :

Chlorhydrate d'ammoniaque	669
Chlorure de potassium	932
Chlorure de sodium	730

» Le procédé d'analyse des composés dont cette Note est l'objet est des plus simples : il consiste à chauffer dans un tube de verre fermé à un bout, de $0^{m},15$ de long et de $0^{m},010$ à $0^{m},012$ de diamètre intérieur, 1 gramme de composé réduit en poudre très-fine, afin d'éviter toute décrépitation, lequel gramme a été exposé à une température de 90 degrés jusqu'à ce qu'il ne perdît rien de son poids. Le chlorhydrate d'ammoniaque se sublime et l'on pousse la chaleur jusqu'à ce que le chlorure de potassium ou de sodium présente une fonte tranquille et absolument transparente; il doit y avoir un intervalle de 3 centimètres au moins entre le chlorure et le sublimé.

» On coupe le tube en deux, on pèse la partie que tient le *sublimé*, on dissout celui-ci par l'eau, et l'on pèse ensuite le tube séché.

» On procède de même à la pesée du *chlorure fixe*.

» Toutes les analyses ont présenté la somme des poids du chlorhydrate d'ammoniaque et du chlorure, égale au poids du composé avant qu'il fût soumis à la chaleur.

» Il faut ajouter que deux faits avaient été constatés :

» Le premier, que le *sublimé* ne tenait pas de chlorure fixe ;

» Le second, que le *chlorure fixe fondu*, traité par l'eau de potasse dans un tube, ne dégageait aucune vapeur ammoniacale par la chaleur.

I. — Composés cubiques de chlorhydrate d'ammoniaque (sel ammoniac), de chlorure et de potassium.

	Chlorure de potassium.
Vingt analyses du n° 1 (solution à équivalents égaux) ont donné une moyenne, pour 1 équivalent de chlorhydrate d'ammoniaque, de.....	éq 10,75
(Les deux extrêmes des vingt analyses étaient 2,53 — 20,57).	
Dix analyses du n° 2 (sel : 1 équivalent + 2 équivalents de chlorure de potassium) ont donné une moyenne de	22,90
(Les deux extrêmes des dix analyses étaient 6,66 — 39,00).	

Treize analyses du n° 3 (sel : 1 équivalent + 3 équivalents de chlorure de potassium) ont donné une moyenne de........................ éq 31,87

(Les deux extrêmes des treize analyses étaient 7,24 — 67,34).

Huit analyses du n° 4 (sel : 2 équivalents + 1 équivalent de chlorure de potassium) ont donné une moyenne de..................... 12,20

(Les deux extrêmes des huit analyses étaient 5,06 + 19,62).

Six analyses du n° 5 (sel : 3 équivalents + 1 équivalent de chlorure de potassium), ont donné une moyenne de........................ 7,20

(Les deux extrêmes des six analyses étaient 4,21 + 8,22).

» Ces expériences ne me laissent aucun doute sur l'affinité existant entre le chlorhydrate d'ammoniaque et le chlorure de potassium; dans les circonstances où j'ai opéré, j'ai obtenu des combinaisons en proportions indéfinies; mais loin de moi la pensée que des combinaisons qui sont dans ce cas ne pussent donner lieu à des composés définis, si les circonstances extérieures aux composés étaient constantes dans toute la durée de leur formation.

» C'est à cette variation des circonstances extérieures que j'attribue le résultat du n° 4, où la solution, contenant 2 de chlorhydrate d'ammoniaque et 1 de chlorure, m'a donné une moyenne représentant plus de chlorure que la moyenne du n° 1, contenant des équivalents égaux de sel et de chlorure.

II. — Composés cubiques de chlorhydrate d'ammoniaque (sel ammoniac) et de chlorure de sodium.

» Nous avons vu que les cinq solutions de chlorhydrate d'ammoniaque et de chlorure de potassium ont donné des *cubes* formés de proportions variables des deux composés.

» A ma grande surprise, les cinq solutions de chlorhydrate d'ammoniaque et de chlorure de sodium, dont la forme est cubique comme celle du chlorure de potassium et du chlorhydrate, se sont comportées bien différemment et les solutions seules n[os] 1, 2 et 3 de chlorure de sodium ont donné des *cubes;* les n[os] 4 et 5, dans lesquels le chlorhydrate était représenté par 2 et 3 équivalents relativement au chlorure de sodium, n'ont donné que des cristaux en aiguilles rappelant la forme du chlorhydrate. J'ai voulu suivre moi-même ces cristallisations dans mon laboratoire des Gobelins, jour par jour pour ainsi dire, durant plusieurs mois : je n'ai aperçu de cubes que dans les dernières eaux mères et un mélange de sel et de chlorure représenté, pour le n° 4, par environ 437 grammes et pour le n° 3 par environ 496 grammes; je n'ai pas obtenu plus de 5 décigrammes de cubes.

» Ces résultats expliquent ceux des solutions n°s 1, 2 et 3, qui seules nous présentent des cubes.

N° 1 (*solution*) :

Les cubes recueillis en premier étaient représentés par :

Chlorhydrate d'ammoniaque	1,18!
Chlorure de sodium	1,00

Des cubes recueillis en second :

Chlorhydrate d'ammoniaque	1,00
Chlorure de sodium	3,39

Des cubes recueillis en dernier :

Chlorhydrate d'ammoniaque	1,00
Chlorure de sodium	82,39

	Chlorure de sodium.
N° 2 :	
Six analyses du n° 2 (sel : 1 équivalent + 2 équivalents de chlorure de sodium) ont donné une moyenne de	571^{eq},14
(Les deux extrêmes des six analyses étaient 130 et 1831).	
N° 3 :	
Sept analyses du n° 3 (sel : 1 équivalent + 3 équivalents de chlorure de sodium) ont donné une moyenne de	653,3
(Les deux extrêmes des sept analyses étaient 304,56 et 913,50).	

III. — Cristallisations en dendrites.

» Je n'ai pas la même certitude de l'exactitude des analyses des cristallisations en dendrites-aiguilles que de celle concernant les cristallisations cubiques, à cause de la différence des surfaces des cristallisations relativement à l'eau mère que ces surfaces peuvent retenir.

» Quoi qu'il en soit, les aiguilles de sel et de chlorure de potassium m'ont donné les résultats suivants :

Équivalents :	Chlorhydrate d'ammoniaque	3,60	9,3	21
	Chlorure de potassium	1,00	1,0	1

Les aiguilles de sel et de chlorure de sodium :

Équivalents :	Chlorhydrate d'ammoniaque	2,69	3,1	53,5
	Chlorure de sodium	1,00	1,0	1,0 »

ÉLECTRICITÉ. — *Considérations sur l'interprétation qu'on doit donner aux conditions de maxima relatives aux calculs des forces électro-magnétiques*; par M. **Th. du Moncel.**

« Les observations faites par M. Raynaud dans sa Lettre envoyée à l'Académie dans sa dernière séance m'ayant prouvé que mes idées à l'égard des maxima électro-magnétiques ont été mal comprises, je crois devoir revenir sur la question, qui est réellement beaucoup plus importante qu'on ne le croit pour les applications électriques.

» Dans la Note que j'avais envoyée, le 10 février 1873, à l'Académie, je n'avais d'autre but que de montrer qu'avec une formule aussi incomplète que celle qui est ordinairement discutée et dans laquelle les divers éléments entrant dans la construction d'une bobine magnétique ne figurent pas, on ne peut découvrir certaines conditions de maximum qui dans quelques cas peuvent conduire à des conclusions tout autres. Je ne cherchais pas, en conséquence, à infirmer la *conclusion admise*, que je démontrais d'ailleurs, en partant de la formule que j'avais posée, quand je prenais pour variable celle qu'on prend ordinairement. Or, dans le cas où je m'étais placé, c'est-à-dire dans le cas où se trouve un expérimentateur qui possède un galvanomètre et qui veut savoir pour quelle résistance de circuit extérieur il doit employer de préférence tel ou tel multiplicateur dont est pourvu son instrument, il est bien certain que les conditions de maximum généralement admises ne sont pas applicables, et je l'ai suffisamment démontré dans ma Note du 13 août dernier. Mais MM. O. Heaviside et Raynaud ont cru que je voulais, par là, infirmer l'ancien principe, et ont publié, chacun de leur côté, une Note pour le défendre, prétendant, avec raison du reste, que, ne prenant pas dans mes calculs la même variable, mes conclusions ne détruisaient pas les anciennes. C'est alors que j'ai répondu, dans ma Note du 12 mai, que le problème comportait deux solutions et que je ne prétendais en aucune façon infirmer l'ancienne solution. Ma réponse a satisfait M. O. Heaviside, et je pouvais croire qu'il en était de même de M. Raynaud, puisque ses propres calculs l'avaient conduit aux mêmes conclusions que moi. Toutefois l'application de ces conclusions ne laisse pas que d'être assez délicate, car la solution qu'on doit choisir dépend uniquement de la manière dont la question est posée.

» Si l'on vous dit : Voilà trois électro-aimants enroulés avec le même fil et qui ont un nombre différent de couches de spires, quel est celui que vous devrez choisir pour obtenir le maximum de force sur un circuit extérieur

de longueur donnée? on répondra : C'est celui qui aura une résistance plus grande que celle du circuit extérieur d'une quantité représentée par $\frac{\pi bac}{g^2}$. Ce sera alors ma solution qui sera applicable. Si, au contraire, on vous dit : Voilà trois électro-aimants de mêmes dimensions ayant des hélices magnétisantes constituées avec un fil différent, quel est celui qui donnera les meilleurs résultats sur un circuit de résistance donnée? on répondra : C'est celui dont la résistance de l'hélice sera égale à celle du circuit extérieur. J'ai cherché à vérifier expérimentalement cette dernière déduction; mais, en raison de la difficulté d'obtenir des fils de différents diamètres ayant des conductibilités proportionnelles au carré de ces diamètres, je n'ai pu arriver à des résultats très-concordants, et c'est pourquoi j'avais accordé une préférence aux conclusions que j'avais posées. Toutefois, comme, en définitive, je partais d'un diamètre de fer déterminé par rapport au point de saturation magnétique et que, par suite des conditions de maximum que j'avais établies entre le diamètre des électro-aimants et l'épaisseur de l'hélice, mes bobines devaient avoir des dimensions bien déterminées, je devais avoir égard, relativement à leur résistance, aux conditions de maximum généralement admises, et c'est pourquoi j'ai changé la base de mes calculs sur les électro-aimants. Au premier abord, cependant, la question pouvait être douteuse, car il résulte des déductions précédentes que la résistance du circuit extérieur sur lequel on peut appliquer le plus utilement un électro-aimant donné doit être inférieure à celle de cet électro-aimant, et *même inférieure de moitié*, si l'épaisseur de l'hélice magnétisante est égale au diamètre des noyaux magnétiques, comme cela doit être.

Pour m'assurer si l'éloignement plus ou moins grand des spires d'une hélice, par rapport au fer de l'électro-aimant, exerce une grande influence sur la force déterminée, j'ai étudié séparément les forces produites par les trois hélices dont j'ai parlé dans ma précédente Communication, et voici les résultats que j'ai obtenus avec ma pile de 3 éléments Leclanché :

Résistance du circuit extérieur.	1re hélice de 60m.	2e hélice de 60m.	3e hélice de 57m,25.
Avec 1200m + 0m	112gr	49gr	31gr
Avec 1200 + 1000..	47	20	13
Avec 1200 + 2000..	27	12	7

» Si l'on calcule l'épaisseur a de chacune des trois hélices d'après la formule $a = -\frac{c}{2} + \sqrt{\frac{c^2}{4} + \frac{Hg^2}{\pi b}}$, on trouve que la première hélice avait une

épaisseur de $0^m,0054$, que la seconde avait une épaisseur de $0^m,00356$ et la troisième une épaisseur de $0^m,00276$; conséquemment le nombre des spires de ces trois hélices était 1089 pour la première, 718 pour la seconde, 556 pour la troisième. En élevant au carré ces différents nombres de tours de spires, et en rapportant les deux derniers de ces carrés à celui du nombre des tours de spires de la première hélice, on trouve 2,30 et 3,836. Ces rapports sont, comme on le voit, très-rapprochés de ceux des forces trouvées par l'expérience, et qui sont 2,285 ; 3,613 (pour les nombres des premières expériences, qui sont les plus justes). Le dernier rapport calculé est toutefois un peu plus fort que celui fourni par l'expérience, parce que, la résistance du circuit extérieur n'étant que $57^m,25$ au lieu de 60 mètres, l'intensité électrique était supposée moins grande qu'elle ne l'était par le fait, et cela dans le rapport de $\left(\frac{1,4\times 3}{1200+1080}\right)^2$ à $\left(\frac{1,4\times 3}{1200+1040}\right)^2$ ou de 1 à 1,033; mais, en réduisant le rapport calculé d'après ces derniers chiffres, on trouve 3,713. Ces rapports sont, comme on le voit, aussi rapprochés que possible de la vérité, mais avec un peu de faiblesse dans ceux qui se rapportent aux expériences. Or, si l'action des spires était moindre en s'éloignant du fer, comme certaines personnes le croient, les rapports calculés devraient être plus faibles que les rapports réels, et c'est le contraire qui a lieu.

Pour en finir avec la réclamation de M. Raynaud, je dois rappeler que les conditions de maximum exposées précédemment ont été nettement formulées dans le tome II de mon *Exposé des applications de l'électricité*, p. 15, par conséquent à une époque qui a précédé *d'un an* la publication du volume *et de* 16 *mois* la discussion qui a eu lieu entre M. Raynaud et moi. Voici comment je m'exprimais alors (¹) :

« Si, dans la formule I^2t^2, on remplace les quantités I et t par leur expression mathématique, on trouve

$$F=\frac{E^2a^2b^2}{[Rg^2+\pi ba(a+c)]^2} \quad \text{et} \quad F=\frac{f^4g^4E^2a^2b^2}{K^2[qRg^4+f^4\pi ba(a+c)]^2},$$

si l'on fait varier seulement g.

(¹) Ces conclusions avaient été formulées à peu près de la même manière dans mes *Recherches sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants*, publiées en 1871 ; mais, comme celle qui se rapportait au cas où les bobines ont les mêmes dimensions admettait que le nombre des spires restait invariable, j'ai dû faire à la fin du volume, p. 125, une Note rectificative pour montrer que cette invariabilité ne pouvait pas exister, et comment a formule devait être alors posée pour en déduire les conditions de maxima.

» Or ces expressions sont susceptibles de plusieurs conditions de maximum, suivant qu'on fait varier les quantités a et g, et ces conditions conduisent aux déductions suivantes, que j'ai longuement discutées dans mon *Étude des meilleures conditions de construction des électro-aimants*.

» 1° Si l'on fait varier g, c'est-à-dire le diamètre du fil de l'électro-aimant, la résistance du circuit extérieur doit contenir dans son évaluation cette quantité g, qui doit figurer également au numérateur de la formule, et les conditions de maximum répondent à l'égalité des deux résistances R et H, comme si l'expression correspondait à la formule de Joule $T = I^2 H$. Cette déduction signifie que, pour un électro-aimant de dimensions données a, b, c, la plus grande force possible obtenue avec *la moindre* résistance de circuit possible est produite quand la grosseur du fil de l'électro-aimant rend la résistance de celui-ci égale à celle du circuit extérieur.

» 2° Si l'on fait varier la quantité a, c'est-à-dire l'épaisseur des couches de spires, laquelle est proportionnelle au nombre des tours de spires, mais croît plus lentement que la résistance de l'électro-aimant, les conditions de maximum de la formule indiquent que la résistance de l'hélice de l'électro aimant doit être supérieure à celle du circuit extérieur dans le rapport de 1 à $\frac{a+c}{a}$, ce qui signifie, en d'autres termes, qu'un fil de grosseur donnée g peut, par son enroulement autour d'un électro-aimant de longueur et de diamètre donnés c et b, augmenter avantageusement la force électro-magnétique jusqu'à ce que la résistance de l'hélice soit égale à celle du circuit multipliée par $\frac{a+c}{a}$. »

» A la suite de ces déductions, je dis, il est vrai, que c'est en se plaçant dans les conditions de la dernière conclusion qu'on donne à la force électro-magnétique sa plus grande valeur, ce qui ne peut être établi d'une manière générale, puisque ces conditions de maxima s'appliquent à des cas différents; or c'est précisément cette interprétation que j'ai corrigée dans ma Note insérée dans *les Mondes* du 29 mai 1873. *Mais, dans la phrase que M. Raynaud a relevée, il n'était question que de conditions de maxima établies par lui et que je disais être les mêmes que les miennes.* Il n'y avait donc pas lieu à réclamation. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur la découverte d'une plante terrestre dans la partie moyenne du terrain silurien ;* par M. G. DE SAPORTA.

« La découverte que je viens annoncer à l'Académie est toute récente. C'est à mon passage à Caen, il y a trois jours, que j'ai reçu en communication, de M. le professeur Morière, une plaque provenant des schistes ardoisiers d'Angers et des couches à *Calymene Tristani*, qui présente la trace évidente d'une Fougère d'assez grande taille. L'empreinte est d'une conservation médiocre ; la substance végétale disparue est remplacée par du sul-

fure de fer et bien des contours se trouvent interrompus ou lacérés, comme si la plante avait souffert d'un long séjour au fond des eaux. On distingue un long rachis, le long duquel se trouvent attachées des pinnules atténuées vers leur point d'insertion, sur une base subsessile. La nervation, composée de veines très-fines, plusieurs fois dichotomes, sans médiane proprement dite, range cette Fougère parmi les Neuroptéridées; elle rappelle les *Cyclopteris* et les *Talæopteris* que l'on observe vers le dévonien supérieur ou dans la partie la plus ancienne de la série carbonifère; mais on ne saurait confondre l'espèce que je signale avec aucune de celles dont il a été question jusqu'ici. Le silurien d'Europe n'ayant encore fourni, en fait de végétaux, que des Algues d'une nature généralement problématique, on peut dire que la Fougère des schistes ardoisiers d'Angers, que je viens de signaler, est la plus ancienne plante terrestre qui ait été rencontrée sur notre continent. L'existence constatée de la famille des Fougères se trouve ainsi reportée dans un passé beaucoup plus reculé qu'on ne le supposait. L'origine même de la végétation devra être rejetée bien au delà du silurien, puisque la Fougère d'Angers, à raison même de son affinité avec les *Neuropteris* carbonifères, semble annoncer une flore déjà relativement riche et complexe, éloignée des premiers débuts du monde des plantes, dans des temps tout à fait voisins de l'apparition de la vie.

» Je dois ajouter que le savant Léo Lesquéreux, qui poursuit en Amérique des recherches sur les végétaux carbonifères et paléozoïques, m'a affirmé, il y a plusieurs mois, avoir recueilli, de son côté, des plantes terrestres et particulièrement des Fougères, très-rarement, il est vrai, jusque vers la base du terrain silurien. Ces observations concordent avec celle que je viens de soumettre à l'Académie et appuient les conclusions auxquelles je suis arrivé. J'ai tenu seulement à établir, en faveur de M. Lesquéreux, un droit de priorité qui ne saurait lui être contesté. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur l'acide phosphorique des terres arables.* Mémoire de MM. B. Corenwinder et G. Contamine. (Extrait par les auteurs.)

« Il y a trois années environ, MM. Woussen et Corenwinder ont eu l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de leurs essais sur la fertilisation des terres à l'aide des phosphates solubles et assimilables.

» Les recherches de ces agronomes ont prouvé que, dans un grand nombre de localités, il suffit souvent de répandre, dans un champ où l'on se propose de cultiver des betteraves, 600 à 700 kilogrammes de superphosphate de chaux par hectare, pour augmenter notablement la récolte et enrichir ces racines en matière sucrée.

» Ces faits ont suggéré à M. Woussen et à nous l'idée de poursuivre des recherches sur les quantités d'acide phosphorique que contiennent les sols arables du nord de la France. M. Woussen a opéré dans le canton d'Houdain (Pas-de-Calais) qu'il habite; nous avons opéré dans l'arrondissement de Lille.

» Dans les terres de sa localité, M. Woussen a trouvé des proportions d'acide phosphorique variant de $0^{gr},962$ à $1^{gr},33$ par kilogramme de terre séchée à 100 degrés, soit en moyenne $1^{gr},146$.

» De notre côté, dans l'arrondissement de Lille, nos analyses nous ont fait découvrir, pour le même poids de terre, des quantités d'acide phosphorique comprises entre $1^{gr},01$ et $1^{gr},52$; soit, en moyenne, $1^{gr},265$.

» Dans l'un et l'autre cas, l'acide phosphorique a été isolé en attaquant les terres par l'acide nitrique. Il a été dosé ensuite par les méthodes connues.

» On remarquera le rapprochement qui existe entre les résultats obtenus par M. Woussen et les nôtres. Nous exceptons, pour le moment, un essai fait dans des circonstances particulières. Il en sera question plus loin.

» Ces proportions d'acide phosphorique sont plus importantes qu'on ne pourrait le supposer de prime abord. En admettant qu'en moyenne la terre d'un champ contienne un millième d'acide phosphorique, on peut calculer que, pour un hectare de superficie et 35 centimètres de profondeur, il s'y trouve 4900 kilogrammes d'acide phosphorique.

» Cette quantité paraît devoir suffire dans tous les cas pour subvenir aux besoins des plantes cultivées, et cependant M. Woussen et nous avons constaté bien souvent qu'en ajoutant 600 kilogrammes, au plus 1000 kilogrammes de superphosphate par hectare, dans un champ ainsi partagé, on augmente dans une proportion très-notable le rendement de la récolte.

» Le superphosphate que nous utilisons contient 16 pour 100 d'acide phosphorique soluble et assimilable; en en répandant dans le sol 1000 kilogrammes, c'est une quantité de 160 kilogrammes d'acide phosphorique seulement que nous ajoutons aux 4900 kilogrammes qui y préexistaient déjà, mais ces 160 kilogrammes sont bien plus efficaces, puisqu'ils produi-

sent un effet très-prononcé ([1]). On voit donc que l'état moléculaire sous lequel on présente aux plantes l'acide phosphorique a la plus grande influence sur son assimilabilité.

» Depuis longtemps, M. Corenwinder a constaté que les superphosphates n'ont pas d'action sensible sur les sols de haute fertilité du canton de Lille. Dans l'espoir de nous rendre compte de cette particularité, nous avons recherché l'acide phosphorique dans une terre située à proximité de cette ville. Cette terre reçoit annuellement environ 1000 hectolitres d'engrais flamand par hectare. Nous avons trouvé qu'elle contenait, par kilogramme :

Acide phosphorique.................................. 1gr,72

» A cause de son origine, nous avons pensé que l'état de combinaison dans lequel cet acide est engagé devait le rendre facilement assimilable. Pour vérifier cette supposition, nous avons à plusieurs reprises mis 100 grammes de cette terre en digestion dans une solution saturée et pure d'acide carbonique. Après quarante-huit heures, nous avons constaté que cette solution avait enlevé à cette terre, pour 1 kilogramme :

Acide phosphorique.................................. 0gr,042

soit 2,44 de la quantité totale qu'elle renferme.

» Ce chiffre, faible en apparence, équivaut cependant à une quantité de 206 kilogrammes d'acide phosphorique par hectare et pour une profondeur de 35 centimètres. *Il indique que, en quarante-huit heures, la solution saturée d'acide carbonique suffirait pour rendre assimilable une quantité d'acide phosphorique supérieure à celle qu'on fournit au sol en y introduisant* 1000 *kilogrammes de superphosphate.* On s'explique dès lors pourquoi les superphosphates sont sans action dans des terrains de cette nature.

» Dans notre Mémoire, nous déduisons de ce fait toutes ses conséquences probables. Ne pouvant les reproduire ici, nous nous bornerons à insister, en terminant, sur les conclusions suivantes :

» Il n'est pas douteux que les phosphates disséminés dans la terre arable ne sont pas au même degré solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique. Leur capacité, à cet égard, doit dépendre de leur état moléculaire et de la source d'où ils proviennent. Les phosphates qui préexistaient dans les engrais liquides sont probablement plus attaquables que d'autres. Le sujet nécessitera, de notre part, de nouvelles recherches. Nous

---

([1]) M. Boussingault (*Économie rurale*, t. II, p. 20) a déjà fait une observation analogue.

nous proposons de les poursuivre en opérant sur des sols de différentes constitutions et en tenant compte des engrais, des amendements qu'on leur aura appliqués. »

M. Ed. Fournier donne lecture d'une Note intitulée : « Quelques mots sur la fonction-langage ».

(Renvoi à la Section de Médecine.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'invariabilité des grands axes des orbites planétaires.* Mémoire de M. S.-C. Haretu. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Puiseux et Lœwy.)

« L'invariabilité des grands axes des orbites planétaires a été graduellement établie par Laplace, Lagrange et Poisson, pour la première et la seconde puissance des masses perturbatrices; mais la démonstration de Poisson, relative aux carrés des masses, a été considérablement simplifiée, grâce à une remarque ingénieuse de M. Tisserand (*Comptes rendus*, t. LXXXII, numéro du 21 février 1876). En effet, l'analyse de Poisson renfermait deux parties bien distinctes : dans la première, on tenait compte seulement des variations des éléments de la planète troublée; dans la seconde, on ne faisait varier que les éléments des planètes perturbatrices. La première partie était assez facile à suivre; mais il n'en était pas de même de la seconde; la complication venait de ce que la fonction perturbatrice varie d'une planète à l'autre, quand on emploie les coordonnées rectangulaires.

» M. Tisserand fait usage d'un système de coordonnées employé par Jacobi, dans son célèbre Mémoire « Sur l'élimination des nœuds dans le » problème des trois corps », et qui est ainsi défini : Soit G_1 le centre de gravité de m_0 et de m_1; G_2 celui de m_0, m_1, m_2; ... G_{n-1} celui de m_0, m_1, ..., m_{n-1}; G celui de tout le système; les nouvelles variables sont ξ_1, η_1, ζ_1, coordonnées de m_1 par rapport à trois axes parallèles aux axes fixes et passant par m_0; ξ_2, η_2, ζ_2 celles de m_2 par rapport à des axes passant par G_1, ... ; ξ_n, η_n, ζ_n celles de m_n par rapport à G_{n-1}; enfin les coordonnées X, Y, Z de G par rapport aux axes fixes.

» Si U est la fonction des forces, si l'on pose

$$\mu_i = m_0 + m_1 + m_2 + \ldots + m_i, \quad r_i^2 = \xi_i^2 + \eta_i^2 + \zeta_i^2,$$

$$U - \sum \frac{m_i(1+m_i)\mu_{i-1}}{\mu_i}\frac{1}{r_i} = V,$$

et si l'on prend m_0, qui représente le Soleil, comme unité de masse, les masses des planètes étant considérées comme des infiniment petits du premier ordre, la fonction perturbatrice relative à la planète m_i sera $-\frac{\mu_i}{m_i\mu_{i-1}}V$; et elle est la même pour toutes les planètes, au facteur constant $\frac{\mu_i}{m_i\mu_{i-1}}$ près; ce qui permet de ramener la seconde partie de l'analyse de Poisson à la première.

» Poisson a essayé d'établir la propriété de l'invariabilité des grands axes aussi pour les troisièmes puissances des masses (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. I, p.55-67, année 1816), mais il n'a fait le calcul qu'en faisant varier les éléments de la planète troublée; la complication qu'auraient eue les calculs, s'il avait employé la méthode qui lui avait servi pour les carrés des masses, l'a empêché de compléter son travail, en faisant varier aussi les éléments des planètes perturbatrices. D'autre part, dans son analyse, il ne tient pas compte des termes de la forme $At\cos(\psi+\omega)$, qui s'introduisent dans l'expression du grand axe, dès la seconde puissance des masses; ce qui fait que la conclusion de son Mémoire n'est pas exacte.

» C'est en combinant la méthode de M. Tisserand et celle qui a été suivie par Poisson, dans ce dernier Mémoire, que je suis parvenu à démontrer rigoureusement que l'*invariabilité des grands axes n'existe pas pour les cubes des masses*. Voici, en abrégé, la marche que j'ai suivie :

» La dérivée, par rapport au temps, du demi-grand axe a_i, est donnée par l'équation

$$\frac{da_i}{dt} = -\frac{2M_i}{n_i a_i}V_i', \tag{1}$$

dans laquelle n_i est *le moyen mouvement* de la planète m_i, et

$$M_i = -\frac{\mu_i}{m_i\mu_{i-1}}, \quad V_i' = \frac{\partial V}{\partial \epsilon_i}.$$

» Dans l'équation (1), je fais d'abord varier seulement le facteur $\frac{1}{n_i a_i}$, en allant jusqu'aux termes du troisième ordre par rapport aux masses. Par une série de transformations, et en remarquant que la forme de $M_i V_i'$, jusqu'au premier ordre, est $\Sigma A\cos(\psi+\omega)$, et, jusqu'au second ordre,

$\Sigma A \cos(\psi + \omega_1) + \Sigma B \cos(\chi + \omega_2) + \Sigma C t \cos(\psi + \omega_3)$, l'expression la plus générale de ψ et χ étant $\alpha l_i + \beta l_j$ et $\alpha' l_i + \beta' l_j + \gamma' l_k$, je prouve que les parties du second membre de (1), qui proviennent de la variation de $\frac{1}{n_i a_i}$, renferment un certain nombre de termes constants.

» Pour achever la démonstration, il reste à prouver que ces termes ne disparaissent pas avec d'autres qui se trouveraient dans les parties de ce second membre provenant de la variation du facteur $M_i V'_i$; et, pour cela, il suffit de démontrer que ces parties ne renferment pas de termes indépendants du temps. Je fais ce calcul en tenant compte en même temps des variations des éléments de la planète troublée, ainsi que de ceux des planètes perturbatrices. Pour simplifier, j'adopte comme constantes arbitraires les valeurs initiales des coordonnées et de leurs dérivées premières par rapport au temps, au lieu des éléments astronomiques. Dans la suite du calcul, je suis conduit à considérer dans $M_i V'_i$ cinq valeurs de termes : 1° ceux qui sont du second ordre par rapport à $M_i V$ et à ses dérivées; si, parmi eux, on en trouve qui soient du troisième ordre par rapport aux masses, c'est que $M_i V$, dans le système de coordonnées de M. Tisserand, n'est pas linéaire par rapport à ces masses, comme dans le calcul ordinaire des perturbations; 2° ceux qui ne contiennent que les variations des éléments de la planète troublée m_i; 3° ceux dont chacun ne renferme que des variations relatives à une seule des planètes perturbatrices; 4° ceux qui contiennent en même temps la variation d'un élément de la planète troublée et celle d'un élément d'une quelconque des planètes perturbatrices; 5° ceux qui dépendent en même temps des variations des éléments de deux quelconques des planètes perturbatrices. J'étends sans difficulté la classification que Poisson avait établie pour la seconde de ces catégories, la seule dont il ait eu à s'occuper, aussi aux trois dernières; et j'arrive ainsi à considérer seulement dix-sept expressions, que je réduis à huit, en suivant toujours la méthode de Poisson, tout en lui faisant subir les extensions nécessaires. J'achève le calcul en faisant voir que ces huit formes ne renferment aucun terme indépendant du temps.

» Il est donc parfaitement établi que l'invariabilité des grands axes, que plusieurs géomètres et Poisson lui-même croyaient être tout à fait générale, n'existe que pour la première et la seconde puissance des masses. »

VITICULTURE. — *Sur un insecte destructeur du Phylloxera.* Extrait d'une Lettre de M. L. LALIMAN à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un spécimen d'un ver ou larve que l'on pourrait nommer le cannibale du *Phylloxera vastatrix*; il engloutit cet aphidien dans de telles proportions, qu'en dix minutes j'en ai vu disparaître quatre-vingt-quinze. Ma seule crainte est que, vu son appétit désordonné, il n'arrive à l'Académie mort de faim.

» Je l'ai trouvé parfois dans les interstices des galles des feuilles de vigne et d'autres fois logé dans le tissu de ces galles. Je crois avoir aperçu son œuf, qui se trouve sous la feuille; il est allongé, d'un blanc clair; mais je ne l'ai pas encore vu éclore.

» Je désire que cet insecte soit examiné et classé par M. Balbiani ou par quelque entomologiste. Je me borne aujourd'hui à faire remarquer que, ayant mis à sa portée quelques parasites des racines de la vigne, je l'ai vu les dévorer comme ceux des feuilles.

» Je signalerai enfin ce fait, que les galles n'ont paru, cette année, chez moi, que le 15 juillet; la plupart n'ont même paru qu'au mois d'août. Qu'est donc devenu l'insecte produit de l'œuf d'hiver, né, d'après M. Boiteau, le 15 avril? Que serait-il devenu et qu'aurait-il fait pendant plus de trois mois? »

VITICULTURE. — *Remarques à propos de la Communication précédente de M.* Laliman; par M. BALBIANI.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le fait observé par M. Laliman, si intéressant qu'il soit, parce qu'il concerne l'ennemi redoutable de nos vignes, ne présente cependant en lui-même rien d'absolument nouveau.

» La larve trouvée par M. Laliman est une larve de Diptère appartenant au genre *Syrphus* ou à un genre voisin; mais, pour la caractériser spécifiquement, il serait essentiel de connaître l'insecte parfait. Les larves de Syrphes sont toutes aphidiphages; leurs mœurs ont été admirablement étudiées par Réaumur, qui les désignait sous le nom de *Vers mangeurs de Pucerons*. A propos de l'observation de M. Laliman, qui les a vues s'attaquer aux Phylloxeras, il ne sera pas sans intérêt de rappeler ici ce que Réaumur disait déjà de l'indifférence du goût qu'elles témoignent pour toutes les espèces de Pucerons :

« Quoiqu'on trouve plus communément certaines espèces de *Vers mangeurs* parmi certaines espèces de Pucerons, il ne faut pas penser que ces Vers soient assez délicats sur le choix de leur gibier pour ne manger que les Pucerons d'une certaine espèce. J'ai lieu de croire que ceux de toutes espèces les accommodent, quoiqu'ils aiment peut-être mieux ceux de quelques-unes que ceux de quelques autres. J'ai vu les mêmes Vers vivre de Pucerons du Sureau, de Pucerons du chèvrefeuille, de Pucerons du prunier, etc. ([1]). »

» En conformité avec l'observation de M. Laliman, que les *Vers mangeurs de Phylloxeras* se tiennent non-seulement dans les interstices des galles des feuilles de vigne, mais pénètrent aussi dans leur intérieur, rappelons que Réaumur a constaté également que les *Vers mangeurs de Pucerons* entrent dans les vessies des feuilles ou des queues des feuilles des Peupliers, dans les vessies des Ormes remplies de Pucerons. Enfin, notre grand entomologiste paraît avoir été aussi vivement frappé de la voracité de ces larves, dont il cite les exemples suivants : une seule larve a dévoré vingt Pucerons en vingt minutes, cent Pucerons en deux ou trois heures ; deux ou trois larves ont suffi pour faire disparaître, en quatre jours, tous les Pucerons qui couvraient des tiges de sureau, longues de 7 à 8 pouces.

» D'après ces traits de mœurs des larves de Syrphes, il ne doit donc pas paraître extraordinaire qu'elles se soient attaquées au Phylloxera, mais l'observation de M. Laliman ne constitue jusqu'ici qu'un fait isolé, peut-être même purement accidentel ou local, et il serait, ce me semble, prématuré d'en conclure que l'on a réellement trouvé le *Cannibale du Phylloxera*. Quoi qu'il en soit, on ne peut qu'encourager M. Laliman à continuer ses intéressantes observations sur ce redoutable ennemi des Phylloxeras aériens, le seul connu jusqu'à présent, et l'engager surtout à entreprendre des éducations, en plaçant les larves dans des tubes suffisamment aérés, avec la nourriture appropriée. Au moment de la métamorphose, la larve sécrète une matière agglutinante qui lui permet de se fixer sur une feuille ou un objet quelconque ; sa peau se dessèche, forme une coque dans laquelle elle se transforme, pour éclore quelques jours après.

» Je n'ai que quelques mots à ajouter, au sujet de la remarque de M. Laliman sur l'apparition tardive des galles des feuilles de vigne, qu'il n'a commencé à observer qu'en juillet. S'il n'y a pas d'erreur dans l'observation de M. Laliman, on pourrait expliquer ce fait en admettant que les Phylloxeras issus des œufs d'hiver en avril sont descendus directement sur les racines, au lieu de commencer par établir sur les feuilles

(1) *Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes*, t. III, Mém. XI, p. 374.

leurs colonies, ainsi que M. Boiteau l'a constaté en 1876. Les galles apparues en juillet et en août pourraient avoir été produites par de jeunes aptères, sortis du sol et ayant monté sur les feuilles à l'inverse des observations de M. Boiteau, qui les a vues descendre des feuilles vers les racines à cette époque de l'année. Ces variations dans les habitudes de l'insecte n'ont rien qui doive surprendre, si l'on veut bien admettre avec nous que le Phylloxera avait une existence exclusivement aérienne à l'origine, comme les autres espèces du même genre, et qu'il a pris peu à peu l'habitude de vivre aussi sous terre. Son aptitude égale à se propager dans les deux milieux, son passage facile d'un genre de vie à l'autre, établi par de nombreuses observations et expériences, sont de fortes présomptions en faveur de cette manière de voir, qui explique toutes ces anomalies de mœurs qui ont si vivement frappé les observateurs. »

VITICULTURE. — *Invasion du Phylloxera dans les vignobles des environs de Vendôme.* Lettre de M. **Ed. Prillieux** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La Maléclèche, par Mondoubleau (Loir-et-Cher), 31 août 1877.

» J'ai le regret d'annoncer à l'Académie que je viens de constater la présence du Phylloxera sur plusieurs points de la commune de Vendôme. Appelé par M. le Préfet de Loir-et-Cher à examiner, de concert avec quelques autres propriétaires du département, l'état de vignes malades dans lesquelles on avait soupçonné, puis nié, puis affirmé la présence du Phylloxera, je viens de reconnaître, avec une entière certitude, que l'insecte est installé depuis plusieurs années déjà dans divers vignobles des environs de Vendôme. Dès aujourd'hui, certaines vignes ont été réduites à un tel état de dépérissement, que les cultivateurs se décident à les arracher.

» J'aurai l'honneur d'adresser prochainement à l'Académie de plus amples informations sur l'extension qu'a prise cette invasion nouvelle, ainsi que sur l'origine du mal dont il va être, je l'espère, possible d'établir la provenance; mais j'ai voulu ne pas tarder à vous faire part de l'invasion du Phylloxera dans un point de la France situé à l'extrême limite de la région de la vigne. »

M. **Gazan** adresse une nouvelle Note concernant la théorie des taches du Soleil.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MM. **L. Possoz**, **A. Biardot** et **P. Lecuyer** soumettent au jugement de l'Académie un procédé pour la conservation des végétaux avec leur couleur verte.

(Commissaires : MM. Pasteur, Berthelot.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale à l'Académie une Lettre imprimée de M. *J. Roggers*, adressée de l'Observatoire naval de Washington, le 21 août 1877, et annonçant la découverte de deux satellites de Mars. Cette Lettre contient les observations de satellites, les 11, 16, 17, 18, 19 et 20 août.

ASTRONOMIE. — *Satellite de Mars observé à l'Observatoire de Paris,* par MM. **Paul Henry** et **Prosper Henry**.

« M. **Le Verrier**, qui considère la découverte de deux satellites de Mars comme une des plus importantes observations de l'Astronomie moderne, a prié M. Fizeau d'annoncer à l'Académie que MM. Paul et Prosper Henry ont pu vérifier à l'Observatoire de Paris, avec l'équatorial de $0^m,25$ de diamètre, l'existence du premier de ces satellites, qui est très-faible et qui a été rendu visible en prenant soin de cacher la planète elle-même par un écran.

Observation de l'un des satellites de Mars, faite a l'équatorial ouest du jardin de l'Observatoire de Paris, par MM. Henry.

Date.	Heure de l'observ.	Angle de position.	Distance à ♂.	Nombre de comp.
1877, août 27. . .	$12^h 9^m$ t. m.	249°56′	85″,2	16

ASTRONOMIE. — *Nouveau système stellaire en mouvement propre rapide;* par M. **C. Flammarion**.

« L'étude des mouvements propres des étoiles m'a conduit à remarquer dans le ciel un système stellaire analogue à celui de 7510 B. A. C et 2801 Σ, que j'ai signalé récemment, et plus important encore peut-être ; car il se compose de deux couples d'étoiles emportés dans l'espace par le même mouvement de translation, avec une vitesse bien supérieure à la moyenne des mouvements propres ordinaires.

» Les deux couples qui composent ce groupe intéressant sont ceux de 17 χ Cygne et 2576 Σ.

» Le premier est formé d'une étoile jaune d'or de 5ᵉ grandeur et d'une bleuâtre de 8ᵉ. Ses deux composantes restent fixes à 73 degrés et 26 secondes depuis la première mesure de distance prise par W. Herschel en 1781 et la première mesure d'angle prise par J. Herschel et South en 1822, jusqu'aux dernières mesures micrométriques, faites par moi cette année même. La position de l'étoile principale, calculée pour l'équinoxe de 1880, est :

$$\text{Æ} = 19^h 41^m 52^s,3; \quad \text{D. P.} = 56^\circ 33' 2'',6.$$

» Le second est formé de deux étoiles blanches égales, de 7,8, en mouvement rétrograde assez rapide (22 degrés parcourus en 54 ans), dont voici la première et la dernière mesure :

1823	326°,2	4″ ±	South.
1877	304,5	3,26	Flammarion.

Sa position pour 1880 est (milieu entre A et B)

$$\text{Æ} = 19^h 41^m 0^s,0; \quad \text{D. P.} = 56^\circ 40' 26'',8.$$

» Ces deux couples sont donc éloignés l'un de l'autre de 52 secondes de temps en Æ et de 7′ 24″ en D. P.

» Toutes les déterminations faites jusqu'ici sur le mouvement propre de l'étoile χ du Cygne s'accordent pour prouver son déplacement vers le sud. Voici d'ailleurs les principales :

Mouvement propre de χ du Cygne.

Variation en Æ : nulle ou insignifiante.

	Variation en D. P.
Piazzi	+ 0″,40
B.A.C.	+ 0,41
Argelander	+ 0,43
W. Struve	+ 0,42
J. Stone	+ 0,44
Moyenne...	+ 0,42

» Le mouvement s'élève à 0″,42 en distance polaire. La comparaison des plus récentes observations (Greenwich et Radcliffe) confirme absolument cette valeur, établie ainsi sur une série de plus d'un siècle, les premières observations précises datant de Bradley.

» D'autre part, William Struve a indiqué pour le mouvement séculaire de 2576 Σ la valeur Æ + 8″,0 et D. P. + 43″,7. Cette étoile est la même que Lalande 37647 et 37648, observée à Paris en 1793 et 1797. J'en trouve

quatre séries d'observations dignes de la plus grande confiance, la première de Lalande rapportée à 1800, la deuxième de W. Struve (Dorpat, 1830), la troisième de Sabler (Pulkowa, 1851), et la quatrième de Main (Radcliffe, 1874). En calculant toutes ces positions pour l'équinoxe de 1880, on obtient les diverses valeurs suivantes pour la différence entre le calcul et l'observation :

Mouvement propre de 2576 Σ.

Variation en Æ : nulle ou insignifiante.

	Variation en D.P.
Struve-Lalande........ ...	+0″,54
Sabler-Struve............	+0,43
Radcliffe-Lalande..........	+0,47
Radcliffe-Struve...........	+0,41
Radcliffe-Sabler............	+0,50
Moyenne.......	+0,47

» Ainsi ces deux couples sont animés d'un mouvement propre commun les emportant vers le sud avec une vitesse de 42 à 47 secondes d'arc par siècle. Nous avons donc là un système stellaire quadruple digne de fixer tout spécialement l'attention des astronomes.

» Ce mouvement est presque perpendiculaire à la direction de celui du Soleil dans l'espace, et la perspective de notre propre déplacement n'entre presque pour rien dans sa composition.

» L'intérêt de ce groupe s'accroît encore si l'on remarque que dans son voisinage se trouve la variable χ de Bayer, qu'il ne faut pas confondre avec la précédente (4^m à l'est et 50′ au sud) découverte par Kirch en 1688, étoile *rouge*, qui varie de la 5e à la 13e grandeur en une période moyenne de 405 jours, variable elle-même. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le régime des vents dans la région des chotts algériens.* Note de M. A. ANGOT.

« Dans une Note présentée à la séance dernière, M. Roudaire attribue à la position particulière de Biskra la grande fréquence des vents de NW, N et NE, que les observations avaient révélée pour cette ville. J'avais indiqué moi-même la possibilité d'influences locales; mais, avant de publier aucun chiffre, je m'étais assuré que ces influences, si elles existent, sont extrêmement faibles.

» Je ne puis mieux faire, pour le montrer, que de donner les observa-

tions faites à Touggourt pendant les mois de mars, avril et mai, des années 1874, 1875 et 1876. Touggourt étant un des points que M. Roudaire indique lui-même comme un de ceux où il désire voir faire des observations, j'espère que les nombres suivants paraîtront dignes d'intérêt.

» Sur 100 observations effectives faites au printemps à Touggourt, la proportion de chaque vent est la suivante :

Printemps.	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.
1874	9,5	25,8	6,8	2,6	2,1	11,6	4,7	36,8
1875	2,4	54,3	1,8	10,4	1,8	3.1	0	26,2
1876	14,3	13,4	9,2	7,8	7,4	14,8	5,1	28,2
Moyenne...	8,7	31,2	5,9	6,9	3,8	9,8	3,3	30,4

» Si l'on se reporte au tableau publié dans la séance du 13 août, page 398, et que, pour simplifier, on réunisse, d'une part, les vents de NW, N et NE, de l'autre ceux de SE, S et SW, on trouve que sur 100 vents il en a soufflé, au printemps :

	Du NW, N et NE.	Du SE, S et SW.
A Touggourt	70,3	20,5
A Biskra	68,9	6,9

» Les influences locales dont parle M. Roudaire ne portent donc que sur les vents d'est ou d'ouest, et ne modifient nullement la fréquence des vents de la région du nord. Ces derniers dominent toujours, à Biskra comme à Touggourt, c'est-à-dire dans la région des chotts, qui s'étend entre ces deux villes. L'examen des observations individuelles, et non plus des moyennes, conduirait exactement au même résultat.

» C'est seulement après avoir constaté cette concordance entre les observations des deux stations que j'ai publié, de préférence, les nombres de Biskra, les observations n'ayant pas été continuées régulièrement à Touggourt pendant tous les mois de l'année.

» Quant à l'évaporation, les chiffres donnés par l'évaporomètre Piche concordent généralement avec ceux que fournit l'observation directe à la surface de grandes nappes d'eau. Ils sont même souvent plus faibles, surtout pendant la saison chaude, l'appareil se refroidissant, par l'évaporation même, d'une manière notable. Il n'y a donc pas de raison actuelle pour rejeter les observations d'évaporation faites à Biskra. La comparaison avec ce qui se passe aux lacs amers ne saurait avoir ici aucune valeur. Sans discuter, en effet, le degré de précision des chiffres invoqués par M. Roudaire et qui semblent très-vraisemblables, il est clair que les conditions d'évapo-

ration aux lacs amers et dans les chotts sont absolument différentes. Les premiers sont dans le voisinage immédiat de la mer Rouge, dont l'atmosphère extraordinairement humide est bien connue de tous ceux qui l'ont traversée. Les chotts, au contraire, se trouvent en plein Sahara, la région la plus sèche du monde entier.

» Comme M. Roudaire, je serai heureux que des observations régulières soient continuées, pour augmenter la valeur de celles que nous avons déjà; et, si j'ai publié ces dernières, c'est beaucoup plutôt pour en indiquer l'existence, à laquelle personne n'avait encore fait allusion, que pour ouvrir un nouveau débat sur une question qui en a déjà provoqué un si grand nombre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de quelques dérivés de l'éthylvinyle.* Note de M. **Milan Nevolé**, présentée par M. Wurtz.

« Pendant le séjour que j'ai fait à Paris, M. Wurtz m'a engagé à reprendre et à compléter l'étude des dérivés de l'éthylvinyle, de façon à obtenir des données précises sur les constantes physiques de ces dérivés et une base solide pour la discussion de leur isomérie. Il m'a remis environ 30 grammes d'acétate d'éthylvinyle brut, passant à la distillation entre 100 et 120 degrés et qu'il avait préparé par l'action de l'iodure correspondant sur l'acétate d'argent. On en a retiré, après une série de distillations fractionnées, 7 grammes d'un produit qui distillait entre 110,5 et 111 degrés sous une pression de 767 millimètres. C'était l'acétate d'éthylvinyle pur; son poids spécifique était à zéro 0,896 (¹).

» Le produit pur et la fraction passant à 109-115 degrés ont été employés pour la préparation de l'alcool correspondant, qui est un alcool butylique secondaire. Pour effectuer cette transformation, on a chauffé l'acétate avec une quantité plus forte que la quantité théorique de potasse, en solution aqueuse concentrée. On a opéré en tubes scellés, à une température de 130-135 degrés, pendant dix heures. Le produit passait à la distillation, en grande partie, au-dessous de 100 degrés; le reste a été chauffé de nouveau

(¹) M. Lieben (*Bull. de la Soc. chim.*, t. XII, p. 282) a obtenu le même corps par transformation de l'iodure butylique secondaire, qu'il a préparé par l'action de IH sur l'éther chloréthylé. Le point d'ébullition est, d'après M. Lieben, 111 degrés, le poids spécifique à zéro 0,892. M. Lieben a transformé son acétate en un alcool butylique secondaire où il a reconnu les propriétés physiques suivantes : point d'ébullition : 99 degres sous une pression barométrique de 738 millimètres; poids spécifique : à zéro, 0, 827; à 22 degrés, 0,81.

avec de la potasse, de sorte qu'on a réussi à transformer tout l'acétate en alcool. Lavé et séché, cet acétate constitue un liquide incolore, très-mobile, dont l'odeur rappelle celle de l'alcool butylique de fermentation; il a passé à la distillation presque entièrement entre 98 et 99 degrés. Deux distillations fractionnées ont suffi pour le purifier complétement; le produit pur distillait entre 98°,5 et 99 degrés, sous une pression de 762 millimètres. La densité a été trouvée :

A zéro	0,834
A 21 degrés	0,818

» *Préparation du glycolbutylénique dérivé de l'éthylvinyle.* — L'éthylvinyle a été préparé d'après les indications de M. Wurtz [1]. A peu près 300 grammes d'un mélange de 2 parties de bromure de vinyle et d'une partie de zinc-éthyle ont été chauffés en tubes scellés au bain-marie, pendant cinq à six semaines. Le gaz formé a été recueilli dans du brome, auquel il s'est combiné presque entièrement. Après la décoloration, par la potasse caustique, on a obtenu environ 220 grammes de produit brut. Soumis à la distillation fractionnée, il s'est divisé en plusieurs portions.

» Je décrirai ailleurs la série de ces opérations : qu'il me suffise de dire ici que le point d'ébullition s'est élevé successivement de 128 degrés jusqu'au delà de 184 degrés. On a recueilli deux fractions principales, l'une passant entre 160 et 166 degrés, l'autre de 182 à 184 degrés.

» L'analyse a prouvé que les produits passant au-dessous de 160 degrés renfermaient du bromure d'éthylène, et que les portions passant vers 180 degrés et au-dessus renfermaient du bromure d'éthylène bromé $C^2H^3Br^3$, résultant de l'action du brome sur l'éthylène bromé C^2H^3Br, qui était mélangé à l'éthylvinyle brut. Quant à la portion passant de 160 à 166, elle a été divisée en deux fractions, dont la plus abondante a passé entre 163 et 166 degrés. De cette dernière, on a réussi à séparer une petite quantité d'un liquide passant à 164-165 degrés (le bromure d'éthylvinyle bout, d'après M. Wurtz, à 165,5-166 degrés), et qui renfermait, d'après la moyenne de deux analyses, 75,1 pour 100 de Br, chiffre qui se rapproche beaucoup du chiffre théorique de 74,07 pour 100.

» J'ajoute qu'on a tenté inutilement de séparer de la fraction passant à

---

[1] *Bulletin de la Soc. chim.*, t. II, p. 83; 1869.

158-160 degrés un bromure de butylène bouillant de 158 à 160 degrés et que M. Chapmann affirme avoir obtenu dans les circonstances indiquées.

» 50 grammes de la fraction bouillant à 163-166 degrés ont été employés pour la préparation du glycol. On les a chauffés avec une quantité calculée d'acétate d'argent et avec de l'acide acétique pendant quarante-huit heures, au bain-marie, dans un ballon auquel on avait adapté un tube à reflux. Le produit a été extrait avec de l'éther. On a chassé l'éther au bain-marie et l'on a distillé le liquide fortement acide. La portion passant au-dessus de 140 degrés a été recueillie séparément, étendue d'eau et chauffée au bain-marie avec de la baryte caustique, qu'on a ajoutée par petites portions jusqu'à réaction fortement alcaline. (On a été obligé de répéter cette opération plusieurs fois. Pour séparer l'acétate de baryte, on a ajouté de l'alcool absolu, et l'on a fait passer un courant d'acide carbonique pour précipiter la baryte en excès; puis on a soumis le liquide à la distillation fractionnée. Entre 140 et 150 degrés, on a recueilli quelques gouttes d'un liquide acide (du biacétate non attaqué); après quoi, le thermomètre s'est élevé rapidement jusqu'à 191 degrés; entre 191 et 193 degrés a passé la plus grande partie (à peu près $2^{gr},5$); le reste, à peine $0^{gr},5$, a distillé entre 193 et 197 degrés. Après une nouvelle distillation, on a obtenu à peu près $1^{gr},8$ d'un liquide épais, incolore, d'une saveur sucrée, qui passait entièrement à 192-193 degrés; la portion au-dessus de 193 degrés avait de même toutes les qualités du glycol.

» L'analyse de la fraction 192-193 degrés n'a pas fourni des résultats qui s'accordent avec la composition du glycol butylénique; la moyenne de deux combustions a donné pour le carbone 51,75 pour 100, pour l'hydrogène 11,3 pour 100 (au lieu de 53,3 et 11,1 pour 100), une combustion de la fraction supérieure C, 48,7 pour 100; H, 10,9 pour 100. Comme le produit initial (le bromure d'éthylvinyle) était mélangé, d'après les analyses des différentes fractions, de produits éthyléniques, il est hors de doute que le glycolbutylique contenait aussi du glycol ordinaire (point d'ébullition : 197 degrés), dont il est impossible de le séparer par une distillation et qui a abaissé les chiffres de l'analyse. Le manque de matière et son impureté ne m'ont pas permis de faire un essai d'oxydation.

» Le glycol butylénique, qui vient d'être décrit, est identique avec un glycol décrit par MM. Grabowski et Saytzeff [1], et qui a été préparé en par-

[1] *Annalen der Chimie und Physik*, t. CLXXIX, p. 325.

tant de l'alcool butylique primaire normal; celui-ci a été transformé en iodure, l'iodure a été décomposé par la potasse alcoolique, et le butylène, mis en liberté, a été combiné au brome. Le bromure ainsi formé bout à 164-165 degrés; il a fourni un glycol bouillant à 191-192 degrés. C'est un glycol secondaire primaire. On voit que les points d'ébullition des bromures et des glycols sont les mêmes pour les produits des deux provenances.

» L'ensemble des faits présentés dans ce Mémoire confirme la supposition, faite depuis longtemps, que la structure du butylène (éthylvinyle) provenant de l'action du zinc-éthyle sur le bromure de vinyle est bien $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH = CH_2$.

» Un prochain travail aura pour objet le méthylallyle, le dernier des butylènes isomériques prévus par la théorie, peu connu jusqu'à présent, et dont la formation paraît due à une transposition moléculaire. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur un mode de transmission de la maladie de l'ergot.* Note de M. **J. Duplessis.** (Extrait.)

« ... La présente Note a pour objet de faire connaître un mode particulier de transmission de la maladie de l'ergot, qu'il m'a été donné d'observer cette année dans la vallée de la Loire, à Tavers (Loiret).

» Un blé d'hiver, semé sur des plantes sarclées, a eu plus d'un quart de ses épis atteints de l'ergot, sur *une partie seulement* d'un champ de plusieurs hectares. Ce fait, d'un blé malade, d'une maladie commune au seigle, aurait mérité, à lui seul, une mention spéciale, bien qu'il ait déjà été signalé [1].

» Mais le point nouveau que nous voulons mettre en évidence est la présence de l'ergot sur une partie d'une récolte de blé, semée sur une plante sarclée.

» Le fermier affirmait avoir semé une *semence uniforme;* il est clair que l'ergot n'aurait pas dû se trouver sur une partie du sol seulement. Or, nous venons de le dire, la récolte précédente étant une récolte sarclée, il aurait donc fallu que l'ergot provînt d'une autre récolte antérieure et qu'il eût

[1] M. Boitel, Inspecteur de l'Agriculture, l'a observé en effet, en 1851, dans les environs de Caen. M. Heuzé, également Inspecteur général de l'Agriculture, l'a aussi mentionné, en 1856, dans les environs de Mantes. Enfin M. Baudot-Lafarge et M. Guérin-Menneville ont vu également les blés atteints de l'ergot.

conservé, dix-huit mois et plus, ses facultés reproductrices, ce qui peut être possible dans certaines circonstances. Mais, après renseignements pris, deux ans auparavant, le champ aurait porté du trèfle incarnat et de la vesce, deux plantes sur lesquelles l'ergot n'a pas encore été observé.

» Il faut donc conclure, de ces faits, que l'ergot a dû être importé sur un point du champ par un véhicule naturel. Les eaux de la Loire, ayant débordé ce printemps, ont pu transporter l'ergot des champs de seigle cultivés à plusieurs kilomètres en amont. Il y avait en effet, l'année dernière, beaucoup de seigles atteints de cette maladie dans le sol. »

M. J. Roche adresse une Note relative au patinage des roues des locomotives, pendant la descente des rampes.

M. E. de Baillehache adresse une Note relative à un procédé destiné à assurer la sécurité dans les trains en marche.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 aout 1877.

(suite.)

Commission météorologique de l'Aveyron. Télégraphe hydrostatique de M. C. Gros. *Rapport de la Sous-Commission chargée d'examiner le télégraphe hydrostatique.* Rodez, impr. Ratery, 1877; br. in-8°.

Société des Sciences médicales de l'arrondissement de Gannat (Allier). Compte rendu des travaux de l'année 1876-1877, présenté dans la séance du 4 juin 1877; par M. le Dr Sahut. Gannat, impr. F. Marion, 1877; in-8°.

Mémoires de l'Institut national genevois; t. XIII, 1869-1877. Genève, Georg, 1877; in-4°.

Destruction radicale du Phylloxera des vignes, par un procédé pratique et très-économique, etc., par E. Bion. Rouen, impr. L. Brière, 1876; br. in-8°.

(A suivre.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 SEPTEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Critique expérimentale sur le mécanisme de la formation du sucre dans le foie;* par M. Cl. Bernard.

« Dans un Mémoire lu devant cette Académie il y a vingt-deux ans ([1]), j'ai fait connaître le mécanisme de la formation de la matière sucrée que j'avais découverte dans le foie. J'ai montré que le sucre hépatique, au lieu de se produire directement par le dédoublement des matières albuminoïdes du sang, comme l'avaient supposé Lehmann ([2]) et Frerichs ([3]), dérive, au contraire, d'une substance amylacée qui prend naissance dans le tissu du foie d'une manière constante et indépendamment de la nature de l'alimentation.

» J'ai établi, en outre, que la matière amylacée hépatique, à laquelle j'ai donné le nom de *glycogène,* se transforme dans le foie en dextrine et en gly-

([1]) *Sur le mécanisme de la formation du sucre dans le foie* (*Comptes rendus,* t. XLI, séance du 24 septembre 1855, et t. XLIV, p. 578).

([2]) *Comptes rendus,* t. XL, p. 589.

([3]) R. Wagner, *Handwœrterbuch der Physiologie,* t. III, Ire Partie, p. 831.

cose sous l'influence d'un ferment diastasique, absolument comme cela se voit dans certaines parties des végétaux et en particulier dans une graine en germination.

» Ainsi se trouvaient démontrées pour la première fois la formation du sucre dans les animaux et l'identité du mécanisme de ce phénomène dans les deux règnes.

» Depuis ce temps un nombre considérable de travaux, tous confirmatifs, ont été publiés sur cette question, et il n'y a rien à changer aux premiers résultats que je fis connaître en 1855. Aussi me bornerai-je dans cette Note à revenir sur quelques détails relatifs à la préparation de la matière glycogène et du ferment diastasique du foie.

I. — Matière glycogène du foie.

» Le premier procédé que j'ai donné pour préparer la matière glycogène hépatique est très-simple.

» Il consiste à jeter dans de l'eau bouillante le foie coupé en morceaux d'un animal en digestion et bien nourri, quelle que soit d'ailleurs la nature de ses aliments. Le tissu hépatique, crispé par l'eau bouillante, est broyé et cuit de nouveau pendant quelques instants; après quoi on le soumet à la presse pour obtenir une dissolution opaline légèrement jaunâtre, renfermant du sucre, du glycogène, des matières albuminoïdes et biliaires. A l'aide d'une petite quantité de noir animal lavé, ajoutée au liquide chaud, on obtient les matières colorantes biliaires, ainsi que la plus grande quantité des substances albuminoïdes ([1]). On jette sur un filtre et il passe un liquide blanchâtre lactescent, qui ne renferme plus que le glycogène à peu près pur avec le sucre hépatique.

» Pour séparer le glycogène du sucre, on ajoute au liquide environ les deux tiers de son volume d'alcool à 40 degrés, et la matière glycogène se précipite en flocons blancs, le sucre restant en dissolution dans le liquide alcoolique affaibli. Cette matière glycogène, recueillie sur un filtre, lavée à plusieurs reprises avec l'alcool et ensuite desséchée à l'étuve, est blanche et se présente sous une forme pulvérulente. C'est ce que j'ai appelé la *matière glycogène brute*, parce qu'elle contient encore de l'azote qu'on met en évidence en la chauffant avec de la chaux sodée qui en dégage de l'ammoniaque. Si l'on veut avoir la matière glycogène exempte d'azote, on la fait

([1]) Le charbon retient également une certaine quantité de glycogène, proportionnelle à la masse de charbon employée. Ici la quantité de glycogène retenue est négligeable, parce qu'il s'agit non d'un dosage, mais de l'extraction d'une matière qui est en grande abondance.

bouillir avec une solution concentrée de potasse pendant un quart d'heure ou une demi-heure, jusqu'à ce qu'ait cessé tout dégagement ammoniacal. Alors on précipite le glycogène de sa solution potassée par l'alcool, on neutralise le carbonate de potasse par l'acide acétique et l'on précipite de nouveau par l'alcool pour obtenir la matière glycogène tout à fait pure. Elle est alors blanche, finement granuleuse et possède tous les caractères physiques et chimiques de l'amidon.

» M. E. Pelouze a montré que du glycogène hépatique ainsi préparé se transforme en xyloïdine sous l'influence de l'acide nitrique fumant, en acide oxalique sous l'influence de l'acide nitrique étendu et correspond à la formule $C^6H^{12}O^6$ [voir *Comptes rendus*, t. XLIV, p. 1321 (1)].

» M. Brücke, de Vienne, a proposé depuis un autre moyen pour séparer le glycogène des matières azotées et biliaires. On obtient, comme il a été dit précédemment, un liquide de décoction du foie; mais, au lieu de purifier le glycogène de ses matières azotées, comme moi, par l'ébullition avec la potasse (2), M. Brücke les précipite directement à l'aide du biiodure de mercure et de potassium dans un milieu acidulé par l'acide chlorhydrique (3). Après avoir filtré, on ajoute de l'alcool et l'on précipite la matière glycogène pure d'azote, mais entraînant avec elle une certaine quantité d'iodure de mercure dont on ne la débarrasse qu'assez difficilement par plusieurs lavages à l'alcool.

» J'ai employé ce procédé, qui donne de bons résultats, pour la séparation du glycogène des matières azotées, mais, les lavages et les précipitations répétées auxquels il faut le soumettre pour le débarrasser du mercure pouvant faire perdre de la matière, je préfère pour le dosage employer le procédé indirect de la transformation du glycogène en sucre par l'acide chlorhydrique, ainsi que je l'ai proposé dans ma dernière Communication à l'Académie (4).

(1) D'autres chimistes ont donné depuis la formule $C^6H^{10}O^5$. Je montrerai plus tard que la formation du glycogène peut, suivant les conditions physiologiques dans lesquelles on l'extrait, présenter des états plus ou moins avancés d'hydratation, ce qui explique sans doute ces variations trouvées dans la composition chimique.

(2) J'ai encore proposé l'acide acétique cristallisable pour séparer le glycogène à l'état de pureté, mais ce procédé n'est applicable que dans des cas exceptionnels. Voir mon Mémoire *Remarques sur la formation de la matière glycogène dans le foie* (*Comptes rendus*, t. XLIV, séance du 29 juin 1857).

(3) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Vienne*, t. LXIII, février 1871.

(4) *Comptes rendus*, 28 mai 1877.

II. — Ferment diastasique du foie.

» Dans mon premier Mémoire (1855), j'ai démontré que la matière glycogène se transforme dans le foie sous l'influence d'un ferment diastasique qui existe dans le tissu hépatique lui-même. Rien n'est plus facile que de donner cette démonstration et je n'ai à ce sujet qu'à rappeler brièvement mes anciennes expériences.

» Lorsqu'on extrait le foie du corps d'un animal vivant, on constate bien nettement que la matière sucrée continue à se former dans le tissu hépatique aux dépens du glycogène. En effet, il y a une corrélation proportionnelle entre ces deux substances dans le tissu hépatique; à mesure que le sucre y augmente, le glycogène y diminue dans le même rapport.

» On démontre, en outre, que cette formation du sucre dans le foie a lieu par suite d'une véritable fermentation glycosique. Si l'on jette immédiatement le foie dans de l'eau bouillante, on arrête définitivement la formation sucrée, en coagulant le ferment diastasique. Si, au contraire, on plonge le tissu du foie dans de l'eau glacée, on arrête également la formation sucrée, parce qu'on engourdit momentanément le ferment du foie. Mais celui-ci se réveille et reprend son énergie dès qu'on vient à élever de nouveau la température.

» Ce que nous venons de dire relativement à l'influence de la température sur la fermentation glycosique dans le foie extrait du corps s'observe également chez l'animal vivant ([1]). La formation du sucre présente son maximum d'intensité chez les animaux à sang chaud; elle s'abaisse chez les animaux engourdis par l'hibernation ou chez ceux qu'on refroidit artificiellement dans des conditions convenables ([2]).

» Les expériences précédentes suffiraient déjà pour prouver l'existence du ferment diastasique du foie et démontrer que son rôle dans la formation du sucre chez l'animal est identique à celui du ferment diastasique des végétaux.

([1]) Il est inutile de réfuter de nouveau les objections qui ont été faites sur ce point, objections qui reposent à la fois sur des erreurs de doctrine et des erreurs de fait. L'erreur de doctrine consiste à croire que les fermentations n'ont pas lieu dans les organes et dans les tissus vivants. L'erreur de fait réside dans l'inexactitude des expériences alléguées (voir *Comptes rendus*, 28 mai 1877).

([2]) C'est ce que j'ai démontré en refroidissant les lapins ou les chiens au moyen de la section de la moelle épinière entre la dernière vertèbre cervicale et la première dorsale (voir mes *Leçons de Physiologie*, 1855).

» Toutefois, pour donner une démonstration plus complète et qui ne laisse aucun doute dans l'esprit, il convient d'isoler la diastase du foie, comme on isole la diastase des graines en germination.

» Le foie à l'état physiologique contient trois choses qu'il s'agit ici d'isoler : le sucre, le glycogène et le ferment.

» Rien n'est plus facile que de séparer le sucre à l'aide de l'alcool ou de l'eau, pour laisser ensuite le glycogène et le ferment réagir l'un sur l'autre. Je n'ai à ce sujet qu'à renvoyer à mes Mémoires de 1855. Mais le ferment et le glycogène sont très-difficiles à séparer l'un de l'autre, parce qu'ils sont solubles et précipitables par les mêmes agents. Cependant on y parvient et voici comment je procède.

» *Extraction du ferment diastasique du foie.* — On prend le foie d'un chien en digestion, mais qui ne soit pas trop chargé de glycogène (pour cela on peut faire préalablement jeûner l'animal pendant les deux ou trois jours précédents). On lave le foie par un courant d'eau introduit par la veine-porte jusqu'à ce qu'il ne reste plus ni sucre ni glycogène dans le tissu hépatique. Le ferment, qui est toujours en excès, se trouve alors seul et l'on peut l'extraire à l'aide des moyens généralement mis en usage pour la séparation des ferments solubles. Je préfère la glycérine qui est ici le moyen le plus commode.

» Le foie ayant été lavé comme il a été dit, on le broie bien dans une petite machine à hacher la viande crue, puis on délaye la bouillie hépatique avec quatre ou cinq fois son poids de glycérine pure ; on laisse macérer pendant deux ou trois jours et l'on filtre. Le liquide qui passe plus ou moins lentement contient le ferment hépatique dissous dans la glycérine et rendu par cela même inaltérable. En effet, la glycérine pure empêche le ferment d'agir et de s'altérer ; mais, dès qu'on l'étend d'eau, le ferment reprend et manifeste son activité spéciale de transformer la solution d'empois d'amidon ou de glycogène en dextrine et en sucre.

» Si maintenant on veut isoler et extraire de la glycérine le ferment hépatique, rien n'est plus facile. Il suffit de le précipiter de sa solution glycérinée par l'alcool, de le recueillir sur un filtre et de le purifier par une nouvelle dissolution et une nouvelle précipitation.

» Toutefois je dois ajouter que cette extraction et cette purification n'ajoutent rien à l'activité du ferment. Au contraire, les précipitations par l'alcool atténuent toujours plutôt qu'elles n'exaltent les propriétés des ferments solubles. C'est pourquoi je préfère garder ces ferments dans leurs solutions glycérinées qui se conservent indéfiniment et qui sont toujours prêtes lorsqu'on veut répéter les expériences.

» Le procédé pour préparer la diastase du foie étant ainsi fixé, j'ai voulu comparer l'action de cette diastase à celle de l'orge obtenue de la même manière, en faisant une infusion d'orge broyée (¹) dans de la glycérine pure. J'ai pu constater qu'il y a identité complète entre l'activité des deux diastases. En ajoutant à chacune d'elles une certaine quantité d'une solution d'empois d'amidon ou de glycogène, on voit la transformation sucrée s'opérer en quelques instants et le liquide acquérir la propriété de réduire les sels de cuivre dissous dans la soude ou la potasse qu'il ne possèdait pas auparavant.

» Ainsi se trouve complétée l'identité du mécanisme de la formation du sucre dans les animaux et les végétaux, puisque nous avons vu non-seulement le glycogène être identique à l'amidon, mais la diastase de la graine être encore identique à la diastase du foie.

» Il existe sans doute un grand nombre de mécanismes à l'aide desquels les divers sucres peuvent se produire dans les animaux et dans les végétaux; et nous ne les connaissons certainement pas encore tous. Il règne également une grande obscurité sur le rôle qu'ont à remplir les matières amylacées dans l'organisme animal et végétal. Les matières amylacées (amidon ou glycogène) sont certainement destinées dans les deux règnes à faire du sucre, mais, à raison de leur grande diffusion dans les organes et des divers tissus, il est probable qu'elles ont aussi d'autres usages à remplir et que, chez les animaux comme chez les végétaux, elles concourent plus ou moins directement à la formation de certains tissus. L'origine des ferments et le mécanisme de leur production suivant les diverses conditions physiologiques sont également des questions qui appellent les investigations des expérimentateurs. C'est à l'avenir qu'appartient la solution de tous ces problèmes difficiles, qui se rapportent aux phénomènes généraux de la nutrition dont l'importance seule égale la complexité.

» Aujourd'hui, je ne veux appeler l'attention de l'Académie que sur un seul point.

» Le mécanisme sans doute le plus général de la formation du sucre par

---

(¹) J'ai trouvé ce fait qui, je crois, n'a pas été signalé; la diastase existe dans l'orge en dehors de la germination, et c'est même de l'orge non germée que je l'ai obtenue, parce qu'alors elle est complétement exempte de sucre auquel elle est mêlée dans l'orge qui a subi la germination. J'ai constaté qu'une infusion aqueuse à froid d'orge, de blé, d'avoine broyés donnent une solution diastasique très-active, qui bientôt se charge de sucre si l'on ne filtre pas aussitôt pour séparer la diastase de l'amidon sur lequel elle agit rapidement.

l'amidon, chez les animaux et les végétaux, est constitué en réalité par deux mécanismes corrélatifs :

» 1° Mécanisme de la formation de la matière amylacée (amidon ou glycogène) ;

» 2° Mécanisme de la formation du sucre (glycose).

» De ces deux mécanismes celui de la formation du sucre à l'aide de l'amidon nous est parfaitement connu et nous constatons dans ce phénomène, ainsi que je viens de le démontrer, le plus parfait parallélisme entre le règne animal et le règne végétal.

» Le mécanisme de la formation de la matière amylacée nous est, au contraire, complétement inconnu chez les végétaux aussi bien que chez les animaux, et c'est le problème qui s'impose actuellement aux investigations des chimistes et des physiologistes. En poursuivant cette étude, trouverons-nous entre les animaux et les végétaux le même parallélisme que nous avons constaté pour le mécanisme de la production du sucre? Les théories et les hypothèses ne suffisent pas pour juger la question ; il faut des faits positifs et des expériences décisives. J'ai de mon côté entrepris depuis longtemps des recherches sur le mécanisme de la formation du glycogène chez les animaux. J'ai fait à ce sujet des expériences dont j'espère bientôt avoir l'honneur d'entretenir l'Académie. »

BOTANIQUE. — *Réflexions sur la formation de l'amidon et de la cellulose, à l'occasion de la Communication précédente de M.* Cl. Bernard; par M. A. Trécul.

« M. Bernard, trouvant dans les animaux comme dans les végétaux que l'amidon est répandu dans les organes les plus divers, exprime l'avis que le phénomène physiologique et le mécanisme de la formation de l'amidon ne sont connus ni dans le règne animal, ni dans le règne végétal.

» Je ne sais pas bien ce que notre confrère entend par *mécanisme de la formation de l'amidon;* mais, si par là il veut exprimer les différentes phases de la production des grains d'amidon, il me semble que ces phénomènes sont bien connus dans les végétaux. Pour ma part, dans un Mémoire qui renferme un nombre considérable d'observations, après avoir fait soigneusement l'historique de la question (*Ann. Sc. nat.*, 4e série, 1858, t. X, p. 205 et s.), je traite : 1° de l'origine des grains d'amidon ; 2° de leur structure ; 3° de leur accroissement, qui comprend la formation des couches, l'épaississement de celles-ci, et leur multiplication par dédoublement ; 4° de la formation

des grains composés; 5° de celle des grains multiples; 6° du volume des grains chez de nombreux végétaux; 7° de la résorption de ces grains pendant la végétation.

» L'amidon proprement dit naît ou dans le plasma périphérique des cellules, ou dans celui qui est réparti dans la cavité utriculaire, ou autour du nucléus; l'amidon naît aussi à l'intérieur de ce dernier et dans d'autres vésicules chromulifères ou incolores.

» On le voit souvent apparaître sous la forme de petits corpuscules ou granules, qui d'abord ne bleuissent pas par l'iode; mais bientôt ces corpuscules grossissent et leur centre acquiert la propriété de bleuir fortement par ce réactif. Ainsi coloré le plasma initial n'apparaît fréquemment que comme un point noir. Cette vésicule grandissant, le plasma y est ou pauvre en matière amylacée et peut alors ne pas former de strates concentriques, ou bien il devient très-riche et des strates s'y organisent successivement de la circonférence au centre par *apposition*, c'est-à-dire que, organogéniquement indépendantes les unes des autres, formées par le plasma amylacé, les plus jeunes se juxtaposent à la face interne de celles qui les ont précédées.

» Chaque couche ayant ensuite une végétation propre peut s'épaissir par *intussusception*, et se diviser en plusieurs strates secondaires, occupant toute la circonférence ou seulement une partie de celle-ci. Dans ce dernier cas l'accroissement est excentrique. Ces strates secondaires peuvent elles-mêmes, par intussusception et dédoublement, donner naissance à des couches de troisième génération.

» Le contenu de la vésicule, au lieu de produire de telles couches concentriques, ou après en avoir donné un certain nombre, se partage souvent en deux ou plusieurs centres de formation, qui constituent des vésicules ou cellules amylacées secondaires à l'intérieur de la vésicule mère; des couches concentriques s'y forment souvent, et ces vésicules de deuxième génération en peuvent engendrer de troisième ordre. Ainsi sont formés les *grains composés*.

» Dans l'albumen d'une quantité de plantes appartenant aux Phytolaccées, aux Chénopodées, aux Amaranthacées, aux Caryophyllées, etc., la couche de plasma périphérique de chaque cellule ordinaire productive de l'amidon se partage en petites masses dans lesquelles naissent de très-nombreux granules amylacés d'une grande ténuité, qui peuvent rester réunis en grains *multiples* ou *agrégés*. De semblables grains naissent aussi dans quelques plantes autour des nucléus.

» Chez quelques végétaux, l'amidon de certaines cellules apparaît comme une dissolution ou un empois, ou comme une plaque ou couche homogène d'aspect gélatineux, que j'ai vue quelquefois, à la face interne de la cellule, passer à l'état de grains assez volumineux, à peu près comme le fait, dans certains cas, une couche de chlorophylle. C'est à l'amidon sous forme d'empois, vu d'abord par M. Schleiden, qu'a été donné le nom d'*amidon amorphe*.

» Voilà une série de faits qui ne peuvent être contestés, et qui me paraissent constituer ce que l'on peut appeler le *mécanisme de la formation de l'amidon*. On voit par là que si le phénomène physiologique laisse encore beaucoup à désirer, les phénomènes morphologiques, en quelque sorte mécaniques, sont assez bien élucidés.

» Dans d'autres travaux, j'ai traité de la formation des cellules par le plasma (en parlant des vésicules nucléaires et autres) et ailleurs de la production des membranes secondaires, et j'ai reconnu que les couches qui constituent ces membranes se forment ou par *intussusception* dans l'épaisseur de la membrane primaire (*Ann. Sc. nat.*, 4[e] sér., 1854, t. II, et *l'Institut*, 1862, p. 290), ou par *apposition* ou dépôt dans la cavité de celle-ci (*l'Institut*, 1862, p. 291). Dans ce dernier cas, en particulier, les phases de la formation de la cellulose, c'est-à-dire du passage de la matière plasmatique à l'état cellulosique, méritent surtout d'être rappelées.

» Pendant l'évolution de certaines fibres du liber, par exemple chez les *Phaseolus nanus*, etc., l'*Onobrychis sativa*, l'*Urtica angustifolia*, etc., et beaucoup de fibres ligneuses (observation plus récente), on voit nettement se constituer peu à peu les membranes cellulaires par la transformation directe de la matière plasmatique. Mais, suivant la plus ou moins grande activité des cellules, l'aspect du contenu de celles-ci présente beaucoup de variété. Si la cellule est peu active, le plasma n'est sécrété qu'en petite quantité; il se dépose sous la forme de petits grumeaux, qui peu à peu se réunissent en une couche d'abord mal délimitée à la face interne, mais qui le devient mieux graduellement. Quand le dépôt plasmatique est à cet état, ce n'est pas une partie minime superficielle qui se change en membrane de cellulose, c'est la couche tout entière dans les exemples que j'ai étudiés. Dans ce cas, c'est-à-dire quand la cellule est peu active, des couches minces se forment successivement et l'épaississement est lent. Quand, au contraire, le contenu de la cellule est riche, le plasma se réunit promptement en une couche épaisse, qui devient cellulosique aussi tout entière. Peu de temps après une seconde couche de plasma également épaisse se

rassemble sur la face interne de la première, et fréquemment elle achève presque de remplir la cellule, ne laissant au centre qu'une petite cavité.

» Les dépôts ainsi formés sont d'abord sombres; mais, pendant que le second se forme, le premier blanchit peu à peu, à mesure que la cellulose s'y développe ou devient plus pure et plus dense. Le second dépôt subit les mêmes modifications.

» Dans l'*Urtica angustifolia* la richesse du liquide cellulaire est très-variable. Tantôt il ne se fait que des couches minces, qui ne semblent se succéder que fort lentement, car elles blanchissent avant qu'il en ait paru d'autres; ailleurs il s'en fait d'assez épaisses, et si vite que plusieurs paraissent du même âge. Enfin, dans quelques cellules, toute la masse du liquide se solidifie en même temps, et cela parfois lorsqu'il ne s'était produit d'abord qu'une ou deux strates fort minces. Cette masse solidifiée est dense et blanche à l'extérieur, mais vers l'intérieur elle devient graduellement plus sombre, la cellulose y étant moins abondante.

» Chacune des strates formées par *apposition*, c'est-à-dire par dépôt sur la face interne de la membrane précédente, a sa végétation propre, et, alimentée par *intussusception*, elle peut subir diverses modifications. Chaque dépôt peut rester à l'état de couche en apparence homogène, mais souvent chacun d'eux se divise en trois ou quatre strates secondaires plus ou moins distinctes, qui ont aussi leur végétation particulière. C'est sous l'influence de cette végétation propre que, dans les fibres du liber des Apocynées et des Asclépiadées, se forment les spirales qui garnissent les membranes externes, et les stries si fines qui traversent les couches internes.

» Ces opinions sont en contradiction avec ce que professent les botanistes actuels, ou du moins beaucoup d'entre eux, puisqu'ils admettent comme générale la théorie de l'épaississement *par intussusception*. C'est à mon avis une grande faute. Je suis d'autant mieux autorisé à parler ainsi que c'est moi qui, en 1854, ai mis en avant cette théorie, en citant à l'appui un assez grand nombre d'exemples. Je recommandais alors de ne pas la généraliser. C'est pourtant ce que l'on a fait depuis, mais bien à tort, en l'attribuant à un autre botaniste, qui n'a parlé de l'épaississement par intussusception que longtemps après moi. Je ne dois pas omettre de rendre justice à M. Duchartre, qui, dans la deuxième édition de ses *Éléments de Botanique*, p. 48, signale mon travail de 1854 comme le premier en date. »

M. Th. du Moncel dépose, sur le bureau de l'Académie, un exemplaire des « Recherches sur les meilleures conditions des électro-aimants », qu'il a publiées en 1871.

MÉMOIRES LUS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Des variations de la pression atmospherique à différentes altitudes, constatées à l'Observatoire du Puy-de-Dôme, pendant les bourrasques de l'hiver* 1877. Note de M. ALLUARD.

« Les deux stations météorologiques de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, celle de la plaine établie à Clermont et celle de la montagne placée à la cime du Puy-de-Dôme, sont munies l'une et l'autre d'un baromètre à mercure enregistreur construit par M. Redier. A côté de chacun d'eux, afin de les contrôler, se trouvent deux baromètres de précision, l'un du système Fortin, et l'autre du système adopté par la Société météorologique de France. On peut donc avoir confiance dans les résultats curieux que je vais avoir l'honneur de communiquer à l'Académie.

» Pour mieux comparer les observations faites simultanément dans les deux stations, les courbes des pressions barométriques sont reportées sur une même feuille de papier quadrillé. Ordinairement, elles sont sensiblement parallèles, ce qui indique que la différence des pressions est à peu près constante, résultat auquel il était naturel de s'attendre; mais, ce qui dépasse toute prévision, c'est que, pendant les bourrasques qui ont sévi en Auvergne dans le cours de l'hiver 1877, fréquemment, au moment où la pression restait stationnaire ou descendait à Clermont, au sommet du Puy-de-Dôme, elle montait ou inversement.

» Ainsi le 3 janvier, entre 6 heures du soir et minuit, à Clermont, le baromètre se maintient à $719^{mm},5$; au Puy-de-Dôme, il descend de $633^{mm},5$ à $630^{mm},5$, c'est-à-dire de 3 millimètres. Le 6 du même mois, entre 9 heures du matin et 1^h30^m du soir, le baromètre tombe, à Clermont, de $4^{mm},9$, de $725^{mm},5$ à $720^{mm},6$, et il monte, au Puy-de-Dôme, de $1^{mm},7$, de 636 millimètres à $637^{mm},7$; puis, le même jour, pendant qu'il reste à peu près stationnaire à 718 millimètres entre 6 heures du soir et minuit à Clermont, il descend, au Puy-de-Dôme, de 634 millimètres à $628^{mm},5$, c'est-à-dire de $5^{mm},5$.

» Nous n'indiquons ici que les principales discordances; les tracés graphiques que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie, et dont le premier est reproduit ci-contre, peuvent seuls donner une idée exacte de ces variations de pression qui s'exercent en sens contraire.

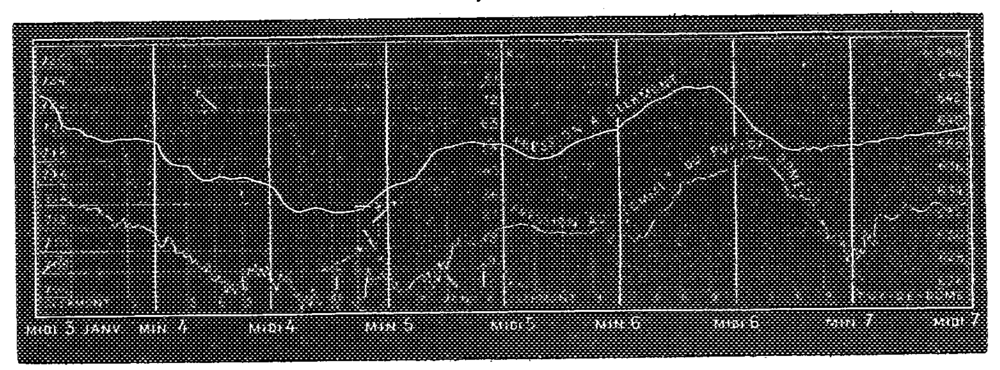
» Ce phénomène nous a paru si différent de ce que l'on admet ordinairement, que, avant de le publier, nous avons cru devoir le vérifier. La confirmation n'a pas tardé à se produire.

» Dans la bourrasque du 28 au 31 janvier, entre 4 et 8 heures du soir, le 30, le baromètre baisse de 3 millimètres de 726 à 723 millimètres à Clermont, tandis que, au Puy-de-Dôme, il oscille autour de 634 avec un écart de $0^{mm},5$; ensuite il reprend sa marche ascendante une heure plus tôt qu'à Clermont.

» Les bourrasques du 18 au 22 février et du 7 au 9 mars ont donné des résultats semblables.

Variations de la pression atmosphérique du 3 au 7 janvier 1877,

à la station de la Plaine (Clermont = 388^m) et à la station de la Montagne (1465^m) de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.



NOTA. — La courbe pointillée donne la vitesse du vent à la station de la Plaine, en kilomètres à l'heure. Les flèches indiquent les changements de direction du vent.

» On peut donc admettre que, quand l'atmosphère est violemment agitée, à de petites distances horizontales et verticales, comme celles qui séparent Clermont et le sommet du Puy-de-Dôme, la pression reste stationnaire ou augmente en un point, pendant qu'elle diminue en un autre, ou *vice versa*.

» Comment expliquer ces discordances si singulières? Faut-il supposer que, quand un cyclone traverse notre pays, d'autres petits cyclones, placés à l'intérieur du premier, restent à diverses hauteurs, sans atteindre le sol? Ou bien est-ce un phénomène local, tenant au relief de la chaîne des Dômes et aux positions relatives des deux stations de l'Observatoire du Puy-de-Dôme? Bien des éléments nous manquent pour discuter sérieusement ce phénomène : il nous semble prudent d'ajourner toute hypothèse.

» Par suite des difficultés provenant de la violence des vents à la cime du Puy-de-Dôme, l'anémomètre enregistreur, qui doit y être installé, n'est pas encore posé. Il le sera prochainement. Comme un semblable appareil est déjà établi à la station de la plaine, les observations qui seront faites simultanément sur la direction et la vitesse du vent en haut et en bas, au moment de ces variations si curieuses de pression, apporteront, à n'en

pas douter, des renseignements qui éclaireront cette question encore obscure aujourd'hui.

» Quelle qu'en soit la solution, le phénomène intéressant que nous signalons à l'Académie met en évidence la nécessité d'étudier l'atmosphère couche par couche. C'est l'un des buts que nous nous sommes proposé d'atteindre, en fondant l'Observatoire météorologique du Puy-de-Dôme. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Procédés de conservation de la chair des poissons.* Note de M. **R.-M. d'Amélio.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Fremy, P. Gervais.)

« Pour conserver des poissons dans leur état naturel, sans avoir recours à l'embaumement, j'ai reconnu qu'il suffit d'opérer comme il suit :

» 1° La chair, soit crue, soit bouillie, et coupée en tranches si l'on veut obtenir un résultat plus prompt, est plongée dans un bain formé d'eau ordinaire et d'acide citrique en quantité suffisante pour la rendre fortement acide. Après deux ou trois heures, on retire la pièce et on la soumet à une chaleur artificielle modérée, ou bien encore on la laisse exposée à l'air libre, jusqu'à ce qu'elle soit sèche. Avec la chaleur artificielle, il ne faut guère plus d'une heure ; à l'air libre, cinq ou six jours. Elle peut ensuite se conserver pendant des années, en un lieu quelconque. Pour lui rendre sa flexibilité, il suffit de la laisser trois ou quatre jours dans l'eau fraîche. Toutefois, lorsqu'elle a été préparée depuis longtemps, elle acquiert une dureté égale à celle du bois, et les parties grasses ont une odeur de suif.

» On peut préparer, de même, des poissons après leur avoir enlevé les intestins.

» 2° J'espère arriver à des résultats encore meilleurs par le procédé suivant : on laisserait un jour ou deux, selon la grandeur de la pièce, la chair à conserver dans un bain de silicate de potasse et de glycérine, en quantités égales et bien mêlées ; on laverait ensuite à l'eau fraîche et l'on ferait sécher lentement. Par ce second procédé, je suis parvenu à conserver la couleur et les yeux des poissons. »

VITICULTURE. — *Sur la présence du Phylloxera dans le département du Loir-et-Cher.* Note de M. J. **Duplessis.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« ..... Je me suis transporté, le 7 septembre, à Villebaron, en compagnie de M. Salvat... Une tache phylloxérique, d'environ 10 ares, existe sur la propriété de M. le maire de la commune de Villebaron. Quatre avant-postes sont lancés autour de cette tache à des distances différentes; le plus éloigné est situé à environ 100 mètres de son centre.

» C'est le 24 août 1877 que M. Salvat fut appelé à visiter cette tache phylloxérique, pour la première fois, sur les indications du maire et de l'instituteur de la commune de Villebaron; celui-ci paraît-être le premier qui l'ait observée. Huit jours après cette visite de M. Salvat, c'est-à-dire le 31 août, M. Boitel, inspecteur général de l'Agriculture, a reconnu la présence de l'insecte sur le point indiqué. M. l'Inspecteur général arrivait de Vendôme où il avait constaté des taches phylloxériques considérables situées près de la ville. Avec les taches d'Orléans, celles de Vendôme et de Blois forment un grand triangle à peu près équilatéral, dont les grands côtés égaux ont environ 60 kilomètres. »

VITICULTURE. — *Sur les causes qui ont amené l'invasion du Phylloxera dans le Vendômois.* **Note de M. Ed. Prillieux.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie, dans une précédente Lettre, la présence du Phylloxera dans les vignes des environs de Vendôme. Les premiers points où j'ai reconnu l'existence de l'insecte sont situés à une très-petite distance de cette ville, entre la route de Tours et la route de Blois, aux environs de la Guignetière. On le retrouve encore au delà de la route de Tours: les vignes des environs de Bois-la-Barbe sont très-fortement attaquées. Plus loin encore, j'ai constaté sa présence à Villetrun et à Rocé. Je ne pense pas que le mal se soit répandu de l'autre côté du Loir. D'ici à peu de temps, du reste, nous aurons des données plus précises sur l'étendue et la situation des vignes déjà attaquées dans les environs de Vendôme. Je me bornerai aujourd'hui à signaler à votre attention les renseignements que j'ai recueillis, et auxquels j'accorde toute confiance, touchant l'introduction du Phylloxera dans le Vendômois.

» Parmi les vignes les plus attaquées des environs de la Guignetière, un clos situé à la basse Guignetière devait m'offrir un intérêt particulier, non-seulement parce que toute la surface, d'environ 1 hectare et demi, est envahie, mais surtout parce qu'il m'était signalé comme le lieu où l'on avait d'abord remarqué des vignes malades. Ce clos est appelé le clos Cormier (1).

» Quelques vignes de ce clos étaient déjà malades il y a une douzaine d'années. En 1866, le Dr Guyot y observa quelques pieds de vignes atteintes d'un mal qui est resté indéterminé, mais qui ne fit aucun progrès durant plusieurs années, et ne gagna pas les ceps voisins. Ces vignes n'existent plus aujourd'hui. Étaient-elles déjà attaquées par le Phylloxera? Cela me paraît peu vraisemblable.

» En recherchant, avec M. Cormier, quelle pouvait être la cause du mal qui dévaste ses vignes, j'ai appris de lui qu'il a reçu, il y a huit ans, non pas des vignes américaines, mais quelques cépages du Bordelais, du Jardin d'acclimatation, de M. Laliman. C'est depuis cette époque seulement qu'il a nettement constaté l'invasion de la maladie qui s'est répandue rapidement dans son clos. C'est donc depuis huit ans seulement qu'il y a des Phylloxeras dans le clos Cormier. La présence de quelques pieds atteints d'anthracnose est un fait sans relation avec l'importation du redoutable insecte que les pieds de vigne provenant du jardin de M. Laliman, depuis longtemps infesté par les vignes américaines, ont certainement introduit au clos Cormier.

» A quelque distance du clos Cormier se trouve une localité, nommée Bois-la-Barbe, qui est aussi fortement atteinte. C'est là que la maladie dont la cause était encore inconnue a été d'abord signalée à M. le Préfet de

---

(1) M. Cormier est un viticulteur fort zélé et intelligent, qui a puissamment contribué à répandre la culture de la vigne dans la contrée, où il a planté lui-même le clos qu'il cultive encore aujourd'hui.

On m'a signalé un autre clos (le clos Breton, à la porte de Vendôme, sur la route de Tours), comme ayant été aussi attaqué depuis très-longtemps par le Phylloxera. Je l'ai visité avec soin et n'y ai trouvé en aucun point de Phylloxeras. Il y a bien des ceps de vigne malades, mais d'un mal tout autre que celui que l'on soupçonnait, et qui me paraît n'être point different de celui que MM. Esprit Fabre et Dunal désignaient sous le nom d'*anthracnose*. M. Breton, vigneron très-expérimenté, voisin et ami, depuis de longues années, de M. Cormier, m'a affirmé que les vignes malades, il y a douze ans, chez ce dernier, étaient atteintes de la même maladie que les siennes. Cette opinion me semble très-probable. Ce n'est que depuis moins de temps qu'a apparu la maladie envahissante qui est due au Phylloxera.

Loir-et-Cher. Une Commission s'y est rendue cet hiver, au mois de janvier. L'époque de l'année fort défavorable à la recherche du Phylloxera y fit méconnaître la présence de l'insecte. La découverte d'un champignon qui se développe fréquemment en terre à la base des ceps mourants et que j'ai observé moi-même sur les pieds attaqués par le Phylloxera à Bois-la-Barbe (le *Coremium glaucocephalum*) fit penser à ces observateurs que la maladie signalée était due à un parasite végétal. La présence du Phylloxera dans ces vignes est aujourd'hui incontestable.

» Dans une partie très-fortement attaquée, j'ai été frappé par la vue d'une ligne de vignes bien plus robustes que les autres, et qui montraient seules une végétation active au milieu de ceps épuisés et languissants. Ce sont des vignes américaines appartenant à l'une des variétés le plus anciennement cultivées en France, l'*Isabelle* (1).

» Aujourd'hui, du reste, aucune vigne dans la commune de Saint-Ouen ne présente d'apparence de maladie. Les vignes Isabelle, de Bois-la-Barbe, proviennent du clos de vigne Isabelle, de Bel-Air; ce n'est donc pas à elles qu'il faut attribuer l'introduction du Phylloxera à Bois-la-Barbe.

» On voit nettement, dans cette localité, deux points d'invasion du Phylloxera, encore bien séparés : l'un, situé plus près de la route de Blois, près de Broche-Poisson; c'est là que la maladie a été d'abord le plus répandue, c'est le point où elle avait été signalée au Préfet de Loir-et-Cher; l'autre, plus rapproché des maisons de Bois-la-Barbe. J'ai appris des vignerons que, dans le premier point, on avait planté 5000 pieds de vigne, provenant du clos Cormier et dans le second 200.

» Dans les points les plus éloignés de Vendôme, j'ai constaté la présence du Phylloxera; à Rocé j'ai appris que des plants avaient été importés de Bois-la-Barbe; à Villetrun, ils ont été apportés de Rocé.

» La propagation du mal à l'aide de plants infestés me paraît donc absolument démontrée, et je crois pouvoir affirmer comme conclusion de mes recherches que ce sont les quelques pieds de vigne envoyés, il y a huit

(1) J'ai dû rechercher l'origine de ce cépage américain que j'étais fort surpris de trouver en cet endroit. J'ai su que la vigne Isabelle se trouve depuis longtemps en ce pays. Un propriétaire de Vendôme avait même eu, il y a longtemps déjà, la fantaisie de planter un grand nombre de vignes Isabelle dans un clos situé à Bel-Air (dans la commune de Saint-Ouen). Elles n'existent plus aujourd'hui, mais le propriétaire actuel du clos m'a assuré que quand il les a fait arracher, ni elles, ni leurs voisines n'offraient le moindre symptôme de maladie. C'est parce qu'elles mûrissaient mal et ne produisaient qu'un raisin des plus médiocres qu'il les a fait remplacer par d'autres cépages.

ans, à M. Cormier, par M. Laliman, de Bordeaux, qui ont introduit le Phylloxera dans les vignes des environs de Vendôme. Enfin M. Cormier lui-même a, durant plusieurs années, fourni des plants de vignes à un pépiniériste de Vendôme. »

VITICULTURE. — *Sur les effets des sulfocarbonates.* Lettre de M. J. **Maistre** à M. Dumas.

« Clermont-l'Hérault, 28 août.

» Depuis longtemps, j'avais l'intention de vous écrire pour vous faire part des résultats obtenus avec le sulfocarbonate de potassium, mais j'ai tenu à retarder pour vous faire part de nos essais.

» Aujourd'hui je suis persuadé que le sulfocarbonate de potassium employé seul, mais surtout avec de l'eau, donne d'excellents résultats. Il ne faudrait pas croire cependant que les insecticides peuvent, à eux seuls, empêcher la vigne d'être malade. Pour combattre la maladie et pour permettre à la vigne de donner de belles récoltes, il faut faire des labours plus profonds, employer du fumier et disposer le sol à recevoir une plus forte proportion d'eau, et enfin employer du sulfocarbonate. En prenant une partie des précautions que je viens de vous indiquer, j'ai pu maintenir mes vignes en très-bon état.

» Le Phylloxera est dans toutes les vignes, mais sauf sur quelques points, où la végétation est un peu ralentie et où nous employons le sulfocarbonate, l'ensemble du vignoble est très-beau. Les propriétaires voisins, qui ne suivent pas la même marche et qui ne se décident pas à employer le sulfocarbonate, ont leurs vignes très-malades, et plusieurs se décident à les arracher.

» Il est fâcheux qu'on ne recommande pas, plus qu'on ne l'a fait jusqu'à ce jour, l'emploi du sulfocarbonate de potassium. Cependant, les essais faits au mas de las Sores, près de Montpellier, avec ce produit, ont donné des résultats avantageux. »

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« Monsieur le Secrétaire perpétuel,

» M. le Préfet de la Marne, sur la demande du Comité d'études et de vigilance, m'a consulté sur l'opportunité qu'il y aurait d'interdire l'importation des pepins américains des-

tinés à devenir des sujets porte-greffes pour les cépages champenois, le jour où le Phylloxera menacerait de faire son apparition.

» M. le Préfet demande :

» 1° S'il n'y a pas à redouter, pour l'avenir du département, la substitution des cépage étrangers aux vrais plants du pays ;

» 2° Si l'introduction des pépins provenant de vignes américaines n est pas susceptible de déterminer l'invasion du Phylloxera dans le département de la Marne et s'il ne conviendrait pas de l'interdire.

» Avant de me prononcer sur cette question délicate, je serais heureux d'avoir l'opinion de l'Académie des Sciences; je vous serai donc extrêmement obligé, M. le Secrétaire perpétuel, de vouloir bien consulter cette illustre compagnie et de me faire connaître son appréciation sur cette affaire.

» J'ai l'honneur de vous transmettre ci-joint la Lettre de M. le Préfet de la Marne, ainsi que l'extrait du procès-verbal de la séance du Comité d'études et de vigilance, en date du 22 juin dernier. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. Rendu adresse de nouveaux documents à l'appui de sa précédente Note « Sur l'isolement des varioleux à l'étranger et en France ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *L. Brémond*, intitulée : « De la naphtaline dans la fabrication du gaz d'éclairage ». (Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

2° Une « Flore régionale de toutes les plantes qui croissent spontanément ou qui sont généralement cultivées en pleine terre dans les environs de Paris, ou dans les départements maritimes du nord-ouest et du sud-ouest de la France », par M. *Ecorchard*.

3° Un « Système authentique des calculs physico-chimiques », par M. le Dr *Gilbert*.

M. Faye appelle l'attention de l'Académie sur l'intérêt que présentent les résultats suivants, fournis par les observations des deux satellites de Mars à l'Observatoire de Washington, et transmis par l'amiral *J. Rodgers*.

« Observatoire naval des États-Unis ; Washington, 21 août 1877.

» Le satellite extérieur de Mars a été aperçu, pour la première fois, par M. Asaph Hall, de l'Observatoire naval, dans la nuit du 11 août 1877. Le temps sombre a empêché d'en déterminer à ce moment le caractère véritable. Le 16 août, il a été vu de nouveau et l'on a pu constater son mouvement dans une série d'observations qui n'a pas duré moins de deux heures, pendant lesquelles la planète s'est déplacée de 30 secondes d'arc.

» Le satellite intérieur a été aperçu pour la première fois dans la nuit du 17 août, et c'est aussi à M. Hall qu'on en doit la découverte.

» Le samedi 18 août, ces découvertes ont été télégraphiées à MM. Alvan Clark et fils, à Cambridgeport (Massachussets), afin qu'ils pussent, si le ciel était couvert à Washington, vérifier l'existence des satellites avec la lunette de 26 pouces d'ouverture de M. Mac Cormick, alors entre leurs mains.

» Cette découverte a été confirmée par M. Pickering et ses assistants, à Cambridge (Massachussets), et par MM. Clark, à Cambridgeport.

» Le 19 août, elle était communiquée à la Smithsonian Institution, qui en faisait part aux Observatoires d'Amérique et d'Europe dans la dépêche suivante :

» Deux satellites de mars découverts par Hall, à Washington. Le premier, élongation » ouest, 18 août, 11 heures, temps moyen de Washington. Distance, 80 secondes ; période, » 30 heures. Distance du second, 50 secondes. »

» On verra que la distance de 50 secondes assignée au satellite intérieur était erronée.

» Les observations faites jusqu'à ce jour sont les suivantes :

1877.	Heure de l'observ.	Angle de position.	Nombre des observ.	Heure de l'observ.	Distance.	Nombre des observ.	Observateurs.
			Premier satellite.				
Août 11	14h40m	59°,6	(2)	14h45m	70",57	(2)	Hall.
16	11.42	»		»	77,6:	(1)	Hall.
	13. 7	71,9	(2)	»	80,83	(4)	Hall.
	13.36	»		»	80,4	(1)	Hall.
17	16. 2	85,5	(2)	16.19	63,24	(3)	Hall.
18	10.28	251,7	(3)	10.18	82,93	(8)	Newcomb.
	10.57	244,5	(1)	11. 5	81,6	(1)	Harkness.
	11.50	246,6	(4)	11.57	81,77	(4)	Hall.
	14.32	232,1	(4)	14.39	61,04	(4)	Hall.
19	11.42	283,2	(2)	11.49	46,20	(4)	Hall.
	15.43	255,4	(4)	15.52	81,37	(6)	Hall.
20	10.28	61,1	(3)	10.33	76,07	(2)	Hall.
	11.57	52,1	(4)	12. 7	59,93	(4)	Hall.
			Second satellite.				
Août 17	16. 6	73,0	(2)	16.21	30,81	(4)	Hall.
18	11.31	8,8	(2)	11.37	34,65	(4)	Hall.

71..

1877.	Heure de l'observ.	Angle de position.	Nombre des observ.	Heure de l'observ.	Distance.	Nombre des observ.	Observateurs.
Août 19	11.25	226°,8	(2)	11.30	24″,08	(2)	Hall.
20	13.15	67,1	(1)	13.26	31,95	(3)	Hall.
	13.56	»		»	27,02	(4)	Hall.
	14.22	70	(esti.)	14.22	19,16	(3)	Hall.
	16.19	250	(esti.)	16.19	15,15	(7)	Hall.
	16.35	»		»	16,70	(7)	Hall.

» Ces observations ont fourni à M. le professeur Newcomb les éléments circulaires approximatifs suivants des orbites. Les erreurs probables assignées sont de simples à peu près.

Satellite extérieur.

Demi-grand axe de l'orbite apparente vu à la distance 0,3917......	82″,5	± 0″,5
Demi-petit axe de l'orbite apparente vu à la distance 0,3917......	27″,7	± 2″
Demi-grand axe de l'orbite vu à la distance 1........................	32″,3	
Angle de position des apsides de l'orbite apparente...............	70°, 250°	± 2°
Passage par l'apside orientale ($p = 250°$), 19 août, $16^h 6^m$, temps moyen de Washington.		
Durée de la révolution..	$30^h 14^m$	± 2^m
Mouvement horaire en longitude aréocentrique.................	11°,907	
Inclinaison de l'orbite vraie sur l'écliptique.....................	25°,4	± 2°
Longitude du nœud ascendant................................	82°,8	± 3°
Position du pôle de l'orbite sur la sphère céleste.... Long...	352°,8	
Lat.... +	64°,6	
Æ......	316°,1	
Décl.... +	53°,8	
Ces éléments donnent pour la masse de Mars.............	$\frac{1}{3\,090\,000}$	

Satellite intérieur.

Demi-grand axe de l'orbite apparente à la distance 0,3917........	33″,0	± 1″
Durée de la révolution..	$7^h 38^m,5$	± $0^m,5$
Mouvement horaire en longitude aréocentrique.................	47°,11	
Passage par l'apside occidentale ($p = 70°$), 20 août, $13^h 0^m$, temps moyen de Washington.		

ASTRONOMIE. — *Observations tendant à faire admettre l'existence d'un anneau d'astéroïdes, autour de la planète Mars.* Lettre de M. Ch. Lamey à M. le Président. (Extrait.)

« Dijon, 7 septembre 1877.

« Je trouve dans mon registre d'observations astronomiques, aux dates du 24 octobre 1864 et du 3 janvier 1865, la remarque de *lueurs rouges si-*

tuées de chaque côté du disque de la planète Mars et correspondant à peu près au plan équatorial. Ces apparences et des considérations d'un autre ordre me font penser que ces lueurs sont dues à l'existence d'un anneau d'astéroïdes de toutes grandeurs, qui entourerait la planète et dont l'éclat présenterait une certaine analogie avec l'anneau *crêpé* de Saturne.

» Je rédige en ce moment les considérations sur lesquelles je crois pouvoir me baser pour émettre une pareille opinion. Comme, à cette heure, de puissants instruments sont dirigés sur Mars pour y étudier sa configuration et ses deux nouveaux satellites, il sera facile de décider ce que l'on doit penser du phénomène et de son interprétation ([1]). »

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle petite planète par M.* Watson. Dépêche de M. **Joseph Henry**, communiquée par M. Le Verrier.

(Dépêche reçue de Washington, le 5 septembre, à $10^h 50^m$ du matin.)

« Planète par Watson, à Ann-Arbor, le 3 septembre. Ascension droite : $23^h 10^m$. Déclinaison nord : $0°45'$. Mouvement diurne : en ascension droite, 55 secondes; en déclinaison, 1′ sud; 11e grandeur. »

MÉCANIQUE. — *Théorie des petits mouvements d'un point pesant sur une surface fixe décrite autour d'un axe de révolution vertical.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Prenons le point le plus bas de la surface pour origine, la verticale en ce point, dirigée vers en haut, pour axe des z; de plus, définissons chaque point de la surface au moyen de l'arc s de méridien qui le joint à l'origine et de l'azimut θ du plan de cet arc. L'ordonnée z du même point et sa distance r à l'axe des z seront données, en fonction de s, par les formules approchées

$$(1)\qquad z=\frac{\alpha s^2}{2}\left(1-\frac{\beta s^2}{2}\right),\quad r=s\left(1-\frac{\alpha^2 s^2}{6}\right),\quad \text{si}\quad z=\frac{\alpha r^2}{2}\left[1+\left(\frac{\alpha^2}{3}-\frac{\beta}{2}\right)r^2\right]$$

est, avec deux paramètres α, β, l'équation approchée du méridien, réduite aux deux premiers termes de son développement suivant les puissances croissantes de r^2.

([1]) L'instrument dont je me suis servi est un 4 pouces de court foyer, instrument très-favorable, comme on sait, à l'observation des nébulosités; mais aujourd'hui l'objectif a subi des détériorations telles, que je ne puis m'en servir pour un examen si délicat.

» Les coordonnées variables s, θ du mobile se détermineront au moyen de la formule $r^2 d\theta = C dt$, que donne le principe des aires, et de l'équation des forces vives. Le carré d'un élément de trajectoire égalant $ds^2 + r^2 d\theta^2$, l'équation des forces vives exprimera l'invariabilité de la somme des trois termes $\frac{ds^2}{dt^2}$, $\frac{C^2}{r^2}$ et $2gz$. En y remplaçant z, r par leurs valeurs (1), cette équation deviendra de la forme

$$(2)\qquad \frac{ds^2}{dt^2} + \frac{C^2}{s^2} + g\alpha\left(s^2 - \frac{\beta}{2}s^4\right) = \text{une constante } 2g\alpha C',$$

où les constantes C et C′ peuvent être supposées, d'après leur signification, positives et de l'ordre de s^2. Si l'on multiplie (2) par $4s^2$, il n'y entre plus d'autre fonction que s^2, et la différentiation de cette relation par rapport à t donne alors une équation du second ordre qui revient à

$$(3)\qquad \frac{1}{4K^2}\frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{s^2}{S^2} - 1\right) + \left(\frac{s^2}{S^2} - 1\right) - \frac{3\beta S^2}{4}\left(\frac{s^2}{S^2} - 1\right)^2 = 0,$$

en posant, pour abréger,

$$(4)\qquad S^2 = C'\left(1 + \frac{3\beta}{4}C'\right),\quad K = \sqrt{g\alpha}\left(1 - \frac{3\beta}{4}S^2\right).$$

» Cette équation (3), analogue à celle qui sert de base à la théorie du mouvement quasi circulaire d'un point attiré par un centre fixe (*Comptes rendus*, 9 juillet 1877, t. LXXXV, p. 65), détermine les oscillations périodiques du mobile le long de son méridien : le principe des aires fait connaître ensuite la rotation plus ou moins rapide de ce méridien autour de l'axe des z. Si l'on compte le temps à partir d'un moment où s^2 est minimum, et si e désigne une constante arbitraire comprise entre zéro et 1, l'intégrale approchée de (3) sera

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{s^2}{S^2} - 1 &= -e\cos 2Kt + \frac{\beta S^2 e^2}{8}(3 - \cos 4Kt) \\ &= \frac{\beta S^2 e^2}{2} - e\cos 2Kt - \frac{\beta S^2 e^2}{4}\cos^2 2Kt. \end{aligned}\right.$$

» Les valeurs de s redeviennent donc les mêmes lorsque Kt croît de π. L'équation (3) ayant d'ailleurs été fournie par la différentiation d'une autre équivalente à (2), il faut encore que l'expression de s^2 tirée de (5) vérifie l'équation (2) à une époque particulière quelconque, par exemple à l'époque $t = 0$, où s est minimum. En remplaçant en outre, dans (2), $g\alpha$

et C' par leurs valeurs tirées de (4), cette condition donne C égal à

$$KS^2\sqrt{1-e^2}\left[1+\frac{\beta S^2}{4(1-e^2)}\right].$$

» Enfin, l'équation des aires, si l'on y substitue la valeur de c et celle de r^2 en fonction de t, puis qu'on intègre $d\theta$ en comptant l'azimut ou angle polaire θ de manière qu'il s'annule pour $t = 0$, conduit à la formule

$$(6)\quad \begin{cases} \theta = \operatorname{arc\,tang}\left[\sqrt{\frac{1+e}{1-e}}\left(1+\frac{\beta S^2 e}{4}\frac{1-2e^2}{1-e^2}\right)\operatorname{tang} K t\right] \\ \quad + \left(\frac{\alpha^2}{3}+\frac{\beta}{4}\right)S^2\sqrt{1-e^2}\,Kt. \end{cases}$$

L'accroissement qu'éprouve θ pendant la durée d'une période de s, c'est-à-dire pendant une oscillation simple du mobile, dépasse donc la demi-circonférence d'une petite quantité sensiblement égale à $\left(\frac{\alpha^2}{3}+\frac{\beta}{4}\right)\pi S^2\sqrt{1-e^2}$. La formule (5), donnant d'ailleurs à fort peu près, pour valeurs maxima et minima de s ou de r, $A = S\sqrt{1+e}$ et $B = S\sqrt{1-e}$, l'expression $S^2\sqrt{1-e^2}$ peut être remplacée par AB, et $2S^2$ pourrait l'être de même par $A^2 + B^2$. Par suite, la durée T d'une oscillation double, déduite de la seconde formule (4), et la rotation Δ éprouvée en même temps dans le sens direct, autour de son centre, par la petite ellipse décrite dont l'aire est $\sigma = \pi AB$, valent respectivement

$$(7)\qquad T = \frac{2\pi}{\sqrt{g\alpha}}\left(1+3\beta\frac{A^2+B^2}{8}\right),\quad \Delta = \left(\frac{2\alpha^2}{3}+\frac{\beta}{2}\right)\sigma;$$

α désigne, dans ces formules, la courbure du méridien à son sommet, et β une constante qui mesure la différence de sa forme, aux points voisins, d'avec celle d'une cycloïde à axe vertical osculatrice au sommet.

» Remarquons : 1° que, dans le cas du pendule conique, où le méridien est un cercle, on a $\alpha z = 1 - \cos\alpha s$, $\beta = \frac{\alpha^2}{6}$ et $\Delta = \frac{3}{4}\alpha^2\sigma$, résultat connu; 2° que la durée d'oscillation ne dépend pas sensiblement de la petite amplitude quand $\beta = 0$, ce qui arrive en particulier pour un méridien cycloïdal; 3° que la trajectoire n'est, pour toutes les petites valeurs de σ, une courbe fermée, à des termes près très-petits devant σ, que si l'on a $\Delta = 0$, c'est-à-dire si $\beta = -\frac{4}{3}\alpha^2$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les locomotives, système Compound.* Note de M. A. MALLET, présentée par M. Tresca.

« Ces machines locomotives utilisent la pression de la vapeur dans deux cylindres successifs. Ce mode d'action, si usité dans les machines fixes et les machines de navigation, n'avait pas été jusqu'ici employé sur les chemins de fer, bien qu'il présentât dans ce cas un intérêt tout spécial. En effet, tout en améliorant, comme dans les autres machines, les conditions physiques dans lesquelles s'opère la détente de la vapeur, il a l'avantage de permettre l'emploi d'expansions plus prolongées que ne le fait le seul organe de détente usité dans les locomotives, le tiroir simple commandé par la coulisse de Stephenson ou ses congénères, expansions qui doivent être en rapport avec les pressions de plus en plus élevées, employées dans ces machines. Il était indispensable de conserver à la locomotive, en y introduisant cette disposition, son caractère de simplicité et par suite d'éviter tout arrangement qui fût de nature à compliquer sensiblement la disposition ou la manœuvre.

» Voici la description succincte du système.

» La machine n'a que deux cylindres disposés extérieurement et actionnant des boutons de manivelles calés à angle droit, comme dans les locomotives ordinaires à cylindres extérieurs; seulement les deux cylindres ont des diamètres différents; dans la marche ordinaire, le plus petit reçoit directement la vapeur de la chaudière et la transmet après une première détente au grand cylindre qui la rejette dans la cheminée.

» Au départ et au moyen d'un appareil spécial, seule addition faite aux machines ordinaires, et que, d'après sa disposition et son but, on désigne sous le nom de *tiroir de démarrage*, on fait arriver la vapeur de la chaudière directement dans le grand cylindre, tandis que le petit cylindre, au lieu d'envoyer sa vapeur dans le grand, évacue directement dans la cheminée; la machine fonctionne alors comme une machine ordinaire. Cette action indépendante de la vapeur sur les deux pistons peut également être employée lorsque la machine est appelée à surmonter une résistance momentanée plus considérable, pour franchir une forte rampe par exemple.

» Le système qui vient d'être exposé a été appliqué pour la première fois par M. Mallet, sur trois machines locomotives construites par l'usine du Creuzot, pour le chemin de fer d'intérêt local de Bayonne à Biarritz. Ces machines pèsent 19 à 20 tonnes en service; elles ont un cylindre de $0^m,24$

de diamètre; l'autre de $0^m,40$, tous deux avec $0^m,45$ de course de piston; les 4 roues de $1^m,20$ de diamètre sont accouplées; la chaudière a 45 mètres carrés de surface de chauffe et fonctionne à une pression effective de 10 kilogrammes par centimètre carré.

» Le chemin de fer de Bayonne à Biarritz a une longueur de 8 kilomètres et présente des inclinaisons de 15 millimètres par mètre sur un parcours de 3 kilomètres; le service y est très-actif et n'exige pas, en ce moment, moins de 58 trains par jour.

» Le parcours kilométrique, effectué depuis la mise en exploitation, dépasse déjà 40000 kilomètres, de sorte que les résultats pratiques ont une valeur bien constatée. Le fonctionnement des machines est irréprochable; la manœuvre ne présente pas plus de difficultés que celle des machines ordinaires; la stabilité ne laisse rien à désirer même aux plus grandes vitesses, soit 40 kilomètres à l'heure, vitesse déjà considérable pour des roues de $1^m,20$ de diamètre; le tirage, malgré la réduction à moitié du nombre des coups d'échappement, est largement suffisant pour que la chaudière, de dimensions reduites cependant, fournisse facilement aux besoins de l'appareil. Quant à la consommation de combustible, il suffira de dire que la dépense brute par kilomètre ressort, pendant la période la plus chargée du service, période qui a commencé le 22 juillet, à 4 kilogrammes de charbon de Cardiff, sans aucune défalcation pour allumage, stationnements, etc., et cela pour des trains dont le poids ordinaire de 40 à 45 tonnes, sans la machine, s'élève fréquemment à 50, 60 et même, à certains jours d'affluence, jusqu'à 70 tonnes, sur le profil accidenté qui a été indiqué plus haut. Dans une période précédente, où les trains étaient moins chargés, on a même constaté une dépense brute de $3^{kg},75$ par kilomètre. Ces chiffres indiquent une économie sérieuse par rapport au systeme ordinaire. »

PHYSIQUE. — *Chaleur spécifique et chaleur de fusion du platine.* Note de M. **J. Violle.**

« I. La chaleur spécifique du platine a été mesurée à 100, 800, 1000 et 1200 degrés, sur du métal bien pur, dû à l'extrême obligeance de M. H. Sainte-Claire Deville.

» La chaleur spécifique moyenne entre zéro et 100 degrés, déterminée avec l'appareil classique de M. Regnault, a été trouvée 0,0323.

» Pour avoir la chaleur spécifique moyenne entre zéro et 800 degrés,

on a introduit dans un même moufle horizontal le réservoir de porcelaine d'un thermomètre à air de M. Deville, et un vase en biscuit contenant la masse de platine ($423^{gr},140$) soumise à l'expérience; le moufle était chauffé au gaz dans un fourneau à double enveloppe, système Perrot. Lorsque la température de tout l'appareil était devenue bien stationnaire, on enlevait le vase contenant le platine, on retirait le métal et on le plongeait rapidement dans une éprouvette en platine placée, l'orifice en haut, au milieu de l'eau du calorimètre. L'équilibre de température s'établissait lentement, entre le platine chaud et l'eau environnante : aussi avait-on eu soin d'installer le calorimètre dans une enceinte à température constante, sur le modèle de celle qu'a adoptée M. Berthelot. La correction de refroidissement se faisait par la méthode indiquée par M. Regnault et développée par M. Pfaundler. Deux expériences ainsi conduites ont donné, l'une 0,0364 à 787 degrés, l'autre 0,0366 à 780 degrés; la chaleur spécifique moyenne du platine entre zéro et 784 degrés est donc 0,0365.

» La chaleur spécifique moyenne entre zéro et 1000 degrés a été obtenue exactement de la même manière. On a toutefois introduit un changement important dans une partie des expériences. Pour éviter l'incertitude qui existe toujours sur une correction de refroidissement, quand même cette correction est faible (la correction ne dépassait pas 0°,3 pour un excès de 11 à 12 degrés), on a supprimé, dans certaines expériences, l'éprouvette de platine, et plongé directement le platine chaud dans l'eau : il ne se dégage qu'une masse insignifiante de vapeur et le temps nécessaire pour atteindre la température stationnaire se trouve réduit de quinze ou vingt minutes à quelques secondes, ce qui supprime toute correction de refroidissement. Les résultats de douze expériences faites, les trois premières par l'ancienne méthode, les neuf autres par immersion directe du platine dans l'eau du calorimètre, ont été :

0,0376 à	985°	0,0377 à	1023°	0,0377 à	993°
0,0379	1028	0,0377	1023	0,0379	979
0,0375	991	0,0376	1002	0,0379	989
0,0376	1005	0,0376	1006	0,0376	979

d'où 0,0377 pour la chaleur spécifique moyenne du platine entre zéro et 1000 degrés.

» En remplaçant le four Perrot par un autre four à double enveloppe, chauffé à l'aide d'un chalumeau Schlœsing, on a pu fixer et mesurer des températures voisines de 1200 degrés. Le four à chalumeau Schlœsing, construit, comme le premier, par M. Wiesnegg, donne même facilement des températures très-supérieures à 1200 degrés, mais dont la mesure

directe n'a pas encore pu être effectuée. Dans les expériences à 800 et 1000 degrés, les températures, mesurées au manomètre du thermomètre à air, étaient obtenues en ramenant le gaz, tout compte fait des variations de volume du ballon de porcelaine, au même volume au commencement et à la fin de l'expérience, et notant la variation de pression; dans les expériences actuelles, on a opéré et par variation de pression et par variation de volume; la température a donc été mesurée chaque fois de deux manières différentes. On a trouvé ainsi :

0,0388 à 1168°,	cette température étant donnée par les deux mesures		1171 et 1165
0,0388 à 1168,	»	»	1169 et 1166
0,0389 à 1194,	»	»	1195 et 1192

Ainsi, la chaleur spécifique moyenne entre zéro et 1177 degrés est 0,0388.

» Toutes ces mesures se résument fidèlement en la formule suivante, qui peut donc être considérée comme donnant la chaleur spécifique moyenne du platine entre zéro et t degrés jusqu'à 1200 degrés,

$$C_0^t = 0{,}0317 + 0{,}000006t.$$

On en déduit

$C_0^{100} = 0{,}0323$	$C_0^{500} = 0{,}0347$	$C_0^{900} = 0{,}0371$
$C_0^{200} = 0{,}0329$	$C_0^{600} = 0{,}0353$	$C_0^{1000} = 0{,}0377$
$C_0^{300} = 0{,}0335$	$C_0^{700} = 0{,}0359$	$C_0^{1100} = 0{,}0383$
$C_0^{400} = 0{,}0341$	$C_0^{800} = 0{,}0365$	$C_0^{1200} = 0{,}0389$

» On a ainsi les données nécessaires pour la mesure exacte, par une simple expérience calorimétrique, de toute température comprise entre zéro et 1200 degrés. On a, par là même aussi, le moyen de déterminer rapidement toute autre chaleur spécifique, celle du carbone, par exemple, ainsi que je l'ai déjà entrepris.

» La chaleur spécifique vraie du platine à t degrés, $\frac{dQ}{dt}$, est, dans les mêmes limites,

$$\gamma_t = 0{,}0317 + 0{,}000012t,$$

ce qui donne

$$\gamma_{100} = 0{,}0329, \quad \gamma_{500} = 0{,}0377, \quad \gamma_{1000} = 0{,}0437, \quad \gamma_{1200} = 0{,}0461.$$

» II. On a mesuré la quantité de chaleur cédée par 1 gramme de platine solide, du point de fusion à zéro. A cet effet, on fondait une certaine quantité de platine, on plongeait dans le platine fondu un fil du même métal contourné en spirale, et, au moment où la surface du bain se solidifiait, on enlevait, à l'aide de ce fil, une rosette de platine solide que l'on immergeait dans l'eau du calorimètre. Avec cinq rosettes, pesant respectivement $57^{gr},30$,

$59^{gr},87$, $81^{gr},50$, $40^{gr},67$ et $49^{gr},00$, on a successivement observé les échauffements suivants de l'eau du calorimètre, pour 1 gramme de platine $0^{o},0722$, $0^{o},0704$, $0^{o},0702$, $0^{o},0715$ et $0^{o},0708$, moyenne : $0^{o},0710$. La masse en eau du calorimètre étant $1052^{gr},524$, on a

$$q = 74^{u},73$$

pour la quantité de chaleur cédée par 1 gramme de platine, du point de fusion à 15 degrés, température moyenne du liquide calorimétrique dans ces expériences.

» Si l'on admet que la chaleur spécifique du platine est représentée jusqu'au point de fusion par la formule donnée plus haut, il en résulte, pour la température de fusion du platine,

$$T = 1779^{o};$$

mais l'accroissement de la chaleur spécifique du platine avec la température s'accélère sans doute dans le voisinage du point de fusion, le platine passant par l'état pâteux avant de devenir liquide; la température vraie de fusion doit donc être quelque peu inférieure au nombre ainsi obtenu.

» III. En coulant, dans l'éprouvette de platine du calorimètre, un certain poids de platine fondu et pris aussi près que possible du point de fusion, on peut mesurer la chaleur totale de fusion du métal, c'est-à-dire la quantité de chaleur nécessaire pour transformer 1 gramme de platine à zéro en platine liquide à la température même de la fusion. Avec des poids $47^{gr},51$, $78^{gr},30$, $40^{gr},82$ et $158^{gr},79$ de platine fondu, on a observé successivement les échauffements suivants de l'eau du calorimètre, pour 1 gramme de platine $0^{o},0756$, $0^{o},0757$, $0^{o},0747$ et $0^{o},0767$, moyenne : $0^{o},0757$. La masse en eau du calorimètre étant, dans ces expériences, $1345^{gr},42$, on a, pour la chaleur totale de fusion du platine, à partir de 17 degrés, température moyenne de l'eau du calorimètre,

$$L = 101^{u},85.$$

Si l'on en retranche la quantité de chaleur q nécessaire pour élever 1 gramme de platine à la température de fusion, on a la chaleur latente de fusion

$$\lambda = 27^{u},18.$$

» IV. Le point de fusion de l'argent, déterminé au cours de ces recherches, sur un échantillon d'argent pur qu'a bien voulu me préparer M. Lory, a été trouvé 954 degrés, température bien voisine de celle qui a été donnée par M. Edmond Becquerel. D'autres points de fusion (or, cuivre, etc.) seront prochainement mesurés. »

ÉLECTRICITÉ. — *Note sur le pouvoir inducteur spécifique;*
par M. V. NEYRENEUF.

« Le pouvoir inducteur des substances isolantes, découvert par Faraday, a été l'objet de nombreuses recherches, qui portent toutes sur le phénomène de l'influence proprement dite. On pouvait se demander, en outre, quelle modification apporte, dans l'énergie de l'étincelle, le changement de la nature de la lame isolante d'un condensateur. C'est cette question que j'ai tâché de résoudre par les expériences suivantes.

» Deux condensateurs plans, bien égaux et munis d'appendices électrométriques, sont en relation chacun avec l'une des armures d'une machine de Holtz d'une part, et de l'autre avec le sol. L'un est muni d'une lame de verre de $1^{mm},32$ d'épaisseur; l'autre reçoit des lames de nature et d'épaisseur variables. Les décharges spontanées jaillissent toujours à une distance constante. On pourra, dans ces conditions, considérer comme égales les quantités d'électricité qui se traduisent, dans un même temps, par le nombre d'étincelles que fournit chacun des condensateurs conjugués.

» Le tableau suivant résume les résultats d'un grand nombre d'expériences concordantes. Le nombre des étincelles se rapporte à l'intervalle de deux étincelles du condensateur étalon :

Nature des lames.	Épaisseur. mm	Nombre des étincelles.
Verre	2,15	1,5
Id.	3,02	2
Id.	3,75	3
Id.	5,22	4
Caoutchouc durci	1	2
Id.	2	4
Caoutchouc vulcanisé	2	5
Id.	3	6
Id.	4	7
Id.	5	9

» Plus les étincelles sont rares et plus elles sont fortes. On peut s'en rendre compte par le bruit et la lumière qui les accompagnent; mais on peut aussi le démontrer au moyen d'une variété du thermomètre de Kinnersley, dans lequel l'action de l'étincelle sur le liquide est remplacée par le refoulement d'un index en moelle de sureau.

» On voit que le rapport du nombre des étincelles à l'épaisseur de la lame est sensiblement constant pour les lames de même nature; les irré-

gularités, que présente le caoutchouc vulcanisé, proviennent sans doute de son défaut d'homogénéité.

» On voit, de plus, combien sont grandes les différences d'effets obtenus avec des lames de même épaisseur et de natures différentes.

» Les lois ordinaires de la décharge d'un condensateur se vérifient, du reste, très-bien par l'emploi de nos condensateurs conjugués munis de lames de même nature ; il suffira, pour comprendre dans la formule de Clausius les particularités que nous signalons ici, d'introduire une constante, dépendant uniquement de la nature du diélectrique. Cette constante ne devrait être, semble-t-il, autre que celle de Faraday ; mais on doit remarquer que, d'après nos résultats, plus elle est grande, plus la décharge est faible.

» Je reviendrai, une autre fois, sur des particularités en rapport avec celles qui ont été observées par M. Abria, dans le mouvement de l'index à moelle de sureau. J'expliquerai aussi pourquoi, avec une machine de Ramsden, l'influence de la nature de la lame est inappréciable. Qu'il me soit permis, en terminant, de faire remarquer combien ces résultats confirment la théorie nouvelle de la condensation que j'ai eu l'honneur de soumettre, il y a quelques années, au jugement de l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nitrosoguanidine* Note de M. **Jousselin**, présentée par M. Cahours.

« On connaît, tant dans la série grasse que dans la série aromatique, des combinaisons nitrosées, provenant du remplacement de H par le groupement AzO. Ces composés, qui s'obtiennent assez facilement dans la série aromatique, n'ont encore que peu de représentants dans la série grasse. On a fait connaître des combinaisons plus ou moins complexes, et dérivant, soit du type Az^3H^6, tels que la nitrosodiéthyline, et la nitrosopipéridine, soit du type Az^2H^6, comme la nitroso-diéthylurée. Une substitution azoïque de même nature peut être effectuée dans un composé beaucoup plus complexe, qui dérive de 3 molécules d'ammoniaque condensées, tel que la guanidine CAz^3H^5, déja fort riche en azote.

» Dans la guanidine $CAzH(AzH^2)^2$ remplaçons H par le groupement AzO, nous obtenons la nitrosoguanidine $CAz(AzO)(AzH^2)^2 = CAz^4H^4O$. Ce corps nitrosé peut s'obtenir facilement en dissolvant l'azotate de guanidine dans l'acide azotique fumant et nitreux en excès, ou mieux en faisant passer dans l'acide pendant quelque temps un courant d'acide azoteux, tel qu'on peut l'obtenir en traitant l'acide arsénieux par l'acide azotique. On

chauffe quelques instants très-légèrement, puis on abandonne au repos le mélange pendant vingt-quatre heures environ. Si l'on verse au bout de ce temps, dans un excès d'eau froide, le produit de la réaction, on obtient un abondant précipité cristallin d'aiguilles feutrées, ressemblant par l'aspect à de l'amiante, et qu'il est facile de purifier d'une manière complète en lavant d'abord à l'eau froide, puis en faisant cristalliser dans l'eau bouillante.

» Cette séparation au moyen de l'eau peut ne pas avoir lieu si l'on a employé dans la préparation une trop grande quantité d'acide azotique. La nitrosoguanidine étant en tous cas soluble dans l'acide étendu, la séparation n'est que partielle, mais la liqueur, étendue d'eau et neutralisée par le carbonate de soude, donne, par évaporation, une abondante cristallisation du corps en question. Obtenue ainsi qu'il vient d'être dit, la nitrosoguanidine se présente sous la forme de fines aiguilles flexibles, incolores, donnant, lorsqu'on les chauffe, suivant la méthode connue de Liebermann, avec un mélange d'acide sulfurique et de phénol, la réaction caractéristique des corps nitrosés avec la plus grande netteté. Au bout de quelques instants, la coloration bleue se montre dans toute son intensité. Elle est soluble en assez forte proportion, dans l'eau et l'alcool bouillants, peu soluble dans ces dissolvants à la température ordinaire, insoluble dans l'éther et le chloroforme. Dans l'acide azotique concentré et un peu chaud, elle se dissout et l'on obtient par refroidissement des lamelles nacrées d'un grand éclat; un acide moins concentré en dissout à chaud une assez grande quantité et la liqueur fournit des cristaux assez volumineux, mais dont les faces sont peu déterminées, et qui résultent de l'assemblage des fines aiguilles; ces cristaux repris par l'eau donnent ensuite la nitrosoguanidine sous sa forme habituelle. L'acide acétique cristallisable la dissout à l'ébullition et la laisse se déposer sous forme de petits cristaux grenus.

» Soumise à l'analyse par la méthode volumétrique de M. Dumas, la seule qu'on puisse appliquer à un corps aussi pauvre en carbone et aussi riche en azote, la nitrosoguanidine a donné les résultats suivants :

$$p = 0,1,$$
$$V = 53^{cc},1,$$
$$H = 765^{mm},4,$$
$$t = 16^{o},5.$$

» Soit 62,18 °/₀ Az, la formule, CH^4Az^4O, en exige 63,63 °/₀, le nitrate de guanidine 47,7 °/₀. Il m'est impossible actuellement, par suite d'empêchements matériels, de remplacer cette analyse par une autre plus appro-

chée. La nécessité où je me trouve de prendre date me force à la remettre à plus tard.

» Soumis à l'action d'une chaleur progressive, ce corps perd de l'ammoniaque vers 220 degrés en devenant opaque sans changer de forme; chauffé brusquement, il fond, abandonne de l'ammoniaque, puis, à plus haute température, des composés cyanogénés, et laisse comme résidu un corps jaune très-stable dont j'ai, faute de matière, remis l'examen à plus tard (probablement l'hydromellon).

» La nitrosoguanidine se dissout facilement dans la potasse. Cette dissolution dégage à chaud de l'ammoniaque. Si à une solution potassique étendue on ajoute avec précaution de petites quantités de zinc en poudre, il se développe, quelque temps après, une coloration pourpre assez intense, disparaissant au bout de quelques heures. Les autres réactions n'ont pu encore être examinées.

» Je m'occupe actuellement à préparer une plus forte quantité de ce composé pour étudier l'action des agents réducteurs, intéressante à examiner sur un corps qui doit être susceptible de se transformer, sauf dédoublement de la molécule, en un produit analogue aux hydrazines obtenues par M. Fischer, mais d'une constitution plus complexe. Cette substitution azoïque pourrait être tentée aussi sur les guanidines substituées et donner lieu à des dérivés intéressants.

» Quant à la production de la nitrosoguanidine, au moyen de l'acide azotique nitreux, on peut assez facilement l'expliquer en admettant que la substitution commence à la faveur de la petite quantité d'acide nitreux contenu dans l'acide fumant, et qu'elle continue par suite de la réduction de l'acide azotique par l'hydrogène mis en liberté dans la réaction [1]. »

ARCHÉOLOGIE. — *Sur les moyens qui ont dû être employés par les anciens, pour le transport des grandes pierres celtiques ou gauloises.* Note de **M. E. Robert.** (Extrait.)

« Lorsque l'on rencontre des monolithes de l'époque celtique ou gauloise, de dimensions colossales, on se demande quels peuvent avoir été les moyens employés pour les amener, souvent de très-loin, dans une contrée qui n'offre aucune roche semblable; telle est par exemple la Champagne. Le transport des menhirs se conçoit facilement : il a suffi, sans

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de M. Cahours, à l'École Polytechnique.

doute, de les faire rouler sur eux-mêmes [1]. Mais les grandes pierres plates, telles que celles des barrows et des dolmens, [illegible] d'autres moyens de transport.

» En examinant dans les champs sablonneux et caillouteux de Nuisy, commune de Fontaine-Denis, canton de Sézanne, arrondissement d'Epernay (Marne), un monument de ce genre [2], j'ai trouvé dans le voisinage un grès dégrossi en forme de boule, pouvant avoir 30 à 40 centimètres de diamètre. Cette masse n'était cependant pas assez grosse pour qu'il ne m'eût pas été facile de la déplacer.

» Je me suis demandé si cette pierre, grossièrement arrondie, n'avait pas dû servir au transport des grandes pierres plates de notre monument. Si l'on veut se rappeler de quelle manière le rocher granitique, qui supporte le cheval de Pierre le Grand à Saint-Pétersbourg, est sorti de la Finlande, le transport des grandes pierres de Nuisy, depuis les plateaux de la Brie auxquels elles ont été évidemment empruntées, jusque dans les plaines crétacées de la Champagne, devient possible à concevoir; les boules de grès que nous trouvons à leur pied auraient joué le rôle des boulets sur lesquels les Russes ont fait avancer l'énorme bloc erratique finlandais à travers les marais, les rivières et les lacs gelés [3]. »

M. L. **Hugo** adresse une Note : « Sur des courbes représentant certains éléments du système planétaire ».

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

---

(1) Il existe dans la forêt de Meudon, près de la fontaine *des Lins*, un menhir connu sous le nom de *Pierre au moine*, sur lequel on peut très-bien constater les efforts qui ont été tentés, aux enlèvements d'écailles sur les angles, pour le faire venir du côté de Fleury, où se trouvent en place des grès semblables à ceux du barrow de l'avenue du Château.

(2) La principale pierre de ce monument, que je considère comme une chambre sépulcrale, contrairement à l'opinion générale qui veut y voir un dolmen, a $3^m,20$ de diamètre en tous sens (elle est ronde) sur $0^m,45$ d'épaisseur moyenne, car ses deux grandes surfaces sont très-inégales.

(3) Avant cette observation, j'avais remarqué près de Sézanne, à Larigot, des boules semblables. Celles-ci ne sont qu'ébauchées ou couvertes de grandes facettes qui ont pu avoir été produites par des éclats de pierre meulière compacte, agissant comme des marteaux. Ces boules de grès étaient-elles destinées à faire descendre de la colline les grandes pierres de même nature qui y sont encore disséminées; ou bien étaient-elles préparées pour être expédiées dans des localités dépourvues de grès comme l'est Nuisy, qui aurait été autrefois un grand centre de population? C'est ce que des recherches ultérieures pourront apprendre.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro. (1) mm	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2) °	Maxima. (3) °	Moyenne. (4) °	Moyenne vraie. (5) °	Écart de la normale. (6) °	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7) °	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface. (9) °	à $0^m,30$ (10) °	à $1^m,00$ (11) °	TENSION DE LA VAPEUR. (12) mm	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE (à $1^m,80$) (14) mm	ÉVAPOROMÈTRE (15) mm	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE sans correction locale. (16) él	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air. (17) mg
1	752,2	17,6	22,8	20,2	18,3	− 0,6	18,6	25,4	19,3	21,9	18,2	12,3	78	0,0	2,8	10,6	0,4
2	755,2	11,5	22,0	16,8	14,9	− 4,0	14,6	49,9	15,7	20,6	18,4	8,8	71	0,0	2,7	16,3	0,3
3	757,4	9,3	20,4	14,9	14,9	− 4,0	15,1	52,7	17,5	19,7	18,5	7,9	65	.	3,6	19,2	0,4
4	756,6	10,6	21,3	16,0	15,9	− 3,0	16,4	40,6	17,5	19,5	18,5	8,7	66	.	3,1	15,2	0,4
5	757,4	9,4	23,9	16,7	17,3	− 1,6	17,8	58,2	17,9	19,7	18,4	7,8	58	.	4,5	17,4	0,2
6	755,2	10,9	29,9	20,4	22,0	3,2	23,2	55,3	23,9	20,5	18,4	9,8	54	.	4,5	19,5	0,3
7	748,8	16,0	29,6	22,8	20,4	1,6	20,3	27,7	21,2	21,4	18,4	15,2	87	9,4	2,0	8,0	0,2
8	747,8	13,2	23,7	18,5	18,2	− 0,6	17,8	51,0	18,4	20,6	18,5	11,5	76	2,2	2,6	10,7	0,9
9	751,4	13,1	23,0	18,1	17,6	− 1,2	17,8	49,4	18,5	19,4	18,6	11,4	78	3,6	2,4	7,8	0,9
10	754,6	14,3	23,3	18,8	17,5	− 1,3	17,3	36,6	19,0	19,4	18,5	13,0	89	5,4	1,4	6,3	0,8
11	755,4	14,0	19,8	16,9	15,1	− 3,7	15,4	36,9	14,8	19,2	18,4	9,4	75	0,0	2,9	5,9	0,4
12	755,9	10,1	22,8	16,5	15,9	− 2,9	16,3	48,3	17,3	18,6	18,3	9,5	72	.	2,7	6,7	0,3
13	752,2	10,4	24,4	17,4	16,9	− 1,8	17,9	47,8	18,3	19,0	18,2	10,0	74	.	3,0	10,1	0,5
14	749,2	13,0	21,1	17,1	17,1	− 1,6	17,4	9,9	17,1	19,0	18,1	13,2	91	4,4	0,6	4,4	0,5
15	755,8	15,1	24,0	19,6	18,6	− 0,1	18,9	38,2	18,6	18,8	18,0	12,6	80	0,0	2,0	4,7	0,6
16	754,5	13,5	28,6	21,1	19,1	0,5	19,7	34,8	20,6	19,3	18,0	13,2	83	3,4	1,9	0,8	0,5
17	756,5	14,6	25,1	19,9	18,8	0,2	19,0	48,7	19,8	19,8	18,0	11,3	72	.	3,5	13,7	0,5
18	756,9	11,3	27,0	19,2	20,3	1,7	21,2	49,7	20,9	20,1	18,0	11,4	67	.	3,3	16,5	0,0
19	752,7	15,6	32,0	23,8	23,2	4,7	23,8	50,1	23,7	20,9	18,1	12,6	64	.	5,2	10,4	0,1
20	752,8	14,5	30,9	22,7	23,0	4,5	22,7	34,0	24,0	21,2	18,2	14,8	74	4,9	2,9	2,4	0,1
21	751,4	17,9	25,6	21,8	20,2	1,8	20,3	32,3	21,1	21,2	18,4	12,8	74	2,8	3,2	7,2	0,4
22	751,1	13,9	25,4	19,7	18,2	− 0,1	17,8	37,2	18,5	20,2	18,6	11,5	77	4,9	2,7	4,4	0,3
23	757,0	12,1	22,3	17,2	15,5	− 2,7	15,5	46,2	17,8	19,4	18,6	9,0	71	.	3,0	19,8	0,6
24	759,6	8,9	22,1	15,5	15,8	− 2,3	16,5	43,3	17,2	18,9	18,5	8,3	65	.	3,4	24,5	0,2
25	749,5	13,1	28,0	20,6	20,0	2,0	20,2	24,2	21,1	18,9	18,4	12,0	69	0,0	3,1	−12,7	0,5
26	754,4	16,2	20,0	18,1	17,4	− 0,5	17,3	11,5	17,1	18,9	18,2	10,8	73	0,0	3,2	6,7	0,7
27	758,0	14,4	26,9	20,7	20,1	2,3	20,1	52,7	20,8	18,9	18,2	11,5	67	.	4,2	10,8	0,6
28	753,5	12,0	28,6	20,3	20,1	2,4	20,1	49,6	21,7	19,7	18,1	11,3	68	.	4,5	9,4	0,3
29	757,3	14,8	21,5	18,2	17,0	− 0,6	17,1	24,9	17,5	19,9	18,2	10,5	74	0,0	2,3	9,9	0,3
30	754,0	11,3	25,7	18,5	18,0	0,5	17,7	49,8	18,3	19,6	18,2	10,1	69	.	3,3	14,0	0,4
31	755,3	10,4	23,7	17,1	16,2	1,2	16,1	37,7	17,3	19,6	18,3	9,0	68	0,0	3,3	14,1	0,5

Minima barométriques : le 7, à 5^h30^m s., $745^{mm},4$; le 21, à 2^h20^m m., $749^{mm},7$; le 25, à 5^h30^s, 747,9.

(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyennes des observations sexhoraires.

(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6^h m. à 6^h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(6) La moyenne normale est déduite de la courbe rectifiée des moyennes de 60 années d'observations.

(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes) Déclinaison. (18)	Inclinaison. (19)	Intensité horizontale. (20)	Intensité totale. (21)	VENTS à 20 mètres. Direction moyenne. (22)	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure. (23) km.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré (24) kg.	DIRECTION DES NUAGES. (28)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (25)	REMARQUES.
1	17°.7',4	65°.33',5	1,9343	4,6557	W ¼ NW	"	"	NW à SW	7	Gouttes de pluie vers le milieu du jour.
2	8,3	34,0	9349	6584	WNW	16,00	2,41	WNW	4	Id. id. id.
3	10,7	33,8	9358	6600	W ¼ NW	14,92	2,10	WNW	4	Forte rosée le matin.
4	9,6	33,7	9360	6603	NNW	10,28	1,00	NW	5	Rosée le matin.
5	8,9	34,0	9354	6597	NE	9,39	0,83	"	0	Id. Beau temps.
6	10,2	33,3	9353	6573	très-variable	7,09	0,47	variable.	3	Id. Ciel couvert le soir.
7	9,3	33,5	9354	6583	SSW	16,53	2,57	ESE *k*	9	Continuellement pluv.; *orage* à 5^h15^m soir.
8	8,4	34,1	9352	6596	SSW	27,42	7,08	SSW	6	Pluv. l'apr.-midi; averse de 2^h40^m à 3^h50^m s.
9	9,4	33,9	9357	6601	SW	23,96	5,41	SW	9	Soirée pluvieuse, surtout de 7 à 9^h10^m soir.
10	9,4	(34,4)	9358	(6618)	SW	14,67	2,03	SW	9	Cont. pluv., surtout de 5^h45^m à 7^h20^m soir.
11	9,3	(34,5)	9360	(6626)	WNW	14,63	2,02	WNW	5	Gouttes de pluie le matin et vers 3 h. soir.
12	9,4	34,0	9347	6580	W ¼ NW	9,40	0,83	WNW	4	Forte rosée le matin.
13	8,8	34,7	9358	6628	S à E	6,81	0,44	SE	2	Rosée matin et soir. [à 2^h15^m.]
14	9,5	35,0	9359	6639	SE à SW	12,07	1,37	SW	8	Pluie de 7 h. m. à 4 h. s.; assez fort de midi
15	9,6	34,9	9358	6643	SW	14,38	1,95	WSW *k*	5	Gouttes de pluie vers 10^h15^m m.
16	8,3	33,8	9365	6619	SW à N	6,96	0,46	SSW	4	Ondées à 2^h25^m, 3 h. et 5^h20^m s.
17	8,3	34,3	9365	6632	NW	9,87	0,92	W *k*	3	Rosées; abondante le matin.
18	8,1	34,4	9346	6589	NW puis SE	8,19	0,63	W ¼ NW *k*	4	Id. id.
19	8,0	34,5	9348	6598	S à W	15,75	2,34	W *k*	2	Peu de nuages.
20	7,1	34,9	9348	6608	SSW	15,07	2,14	SW *k*	7	Pluv. de 10^h45^m m. à 1^h45^m s. Pluie d'*orage*
21	8,1	34,8	9350	6610	SW	19,79	3,69	WSW *k*	6	de 11^h30^m s. à 1^h35^m m. le 21; gout. à 8^h55^m m.
22	9,0	34,8	9351	6612	SW	23,39	5,15	WSW	7	Gouttes de pluie à midi 40^m; *orage* vers
23	8,2	35,0	9353	6624	W	13,65	1,76	WSW *k*	5	Abondante rosée matin et soir. [7^h40^m s.]
24	9,4	34,7	9354	6619	NW puis E	11,30	1,20	W ¼ SW *k*	4	Forte rosée le matin, halo le soir.
25	10,1	34,1	9359	6612	SE à SW	17,84	3,00	SSW	7	Gouttes de pluie par intervalles.
26	8,3	34,8	9355	6622	SW	33,60	10,64	WSW	9	Temps de bourrasques et pluvieux le matin.
27	9,2	34,2	9359	6616	SW	23,15	5,05	W ¼ SW *k*	3	Ciel découvert le soir.
28	9,1	34,1	9362	6620	S à W	20,00	3,77	W *k*	1	Rosée abondante le matin.
29	8,6	35,0	9348	6611	SW	11,09	1,16	WSW	8	Gouttes de pluie le matin; rosée le soir.
30	9,0	35,2	9347	6614	SW	9,48	0,85	SW *k*	6	Rosée matin et soir.
31	8,1	34,4	9355	6610	SSW	13,17	1,63	WSW	8	Pluvieux l'après-midi; halos le soir.

(18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues faites sur la fortification du bastion n° 82.

(20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites dans le pavillon magnétique du parc.

(22) (24) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. *k* désigne les cirrhus.

(23) Vitesses maxima : de 50 à 55 kilomètres les 7, 8, 20, 22 et 25, et 68 kilomètres le 26, à 4^h15^m matin.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Août 1877).

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
	′	′	′	′	′	′	′	° ′
Déclinaison magnétique .... 17° +	3,8	6,6	15,4	14,1	9,9	8,2	6,4	17. 8,9
Inclinaison » .... 65° +	34,7	35,7	34,2	34,0	33,9	34,0	34,4	65.34,3
Force magnétique totale............... 4,+	6600	6591	6589	6609	6616	6622	6621	4,6606
Composante horizontale .... 1,+	9347	9331	9348	9359	9363	9364	9359	1,9354
Composante verticale............... 4,+	2395	2392	2381	2398	2404	2410	2410	4,2397
Électricité de tension [éléments Daniell (1)]...	5,7	13,1	10,3	8,8	14,4	15,1	10,2	10,2
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°...............	754,17	754,53	754,18	753,87	753,63	754,28	754,36	754,08
Pression de l'air sec..	743,19	742,85	742,94	742,85	742,67	743,19	743,57	743,09
Tension de la vapeur en millimètres.........	10,98	11,68	11,24	11,02	10,96	11,09	10,79	10,99
État hygrométrique...............	88,9	71,7	56,8	55,8	60,4	74,7	83,1	72,3
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin (ancien abri).......	14,46	18,89	22,22	22,42	20,75	17,41	15,21	18,16
Thermomètre électrique à 20 mètres..........	15,05	18,56	21,37	21,86	21,09	17,94	15,94	18,35
Degré actinométrique...............	14,10	52,99	66,17	57,46	11,59	»	»	40,46
Thermomètre du sol. Surface...............	15,33	24,72	27,69	27,44	19,94	15,29	13,41	19,09
» à 0m,02 de profondeur...	18,34	18,35	19,29	20,32	20,65	20,23	19,49	19,44
» à 0m,10 » ...	19,29	18,96	19,15	19,81	20,37	20,50	20,15	19,74
» à 0m,20 » ...	19,79	19,52	19,38	19,52	19,85	20,13	20,15	19,79
» à 0m,30 » ..	19,84	19,69	19,53	19,50	19,63	19,83	19,93	19,73
» à 1m,00 » ..	18,29	18,30	18,31	18,32	18,31	18,32	18,30	18,30
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre enregistreur...............	2,68	1,39	0,36	4,76	9,17	12,75	5,59	t. 36,70
Pluie moyenne par heure...............	0,014	0,015	0,004	0,051	0,099	0,137	0,061	»
Évaporation moyenne par heure...............	0,033	0,077	0,184	0,256	0,233	0,124	0,068	t. 93,8
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure (2).	12,18	13,65	17,09	20,52	18,28	13,46	12,60	15,00
Pression moy. en kilog. par mètre carré (2).	1,40	1,76	2,75	3,97	3,15	1,71	1,50	2,12

Données horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.	Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k		° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 6,4	754,09	15,69	15,05	1,75	12,50	1h soir	17.16,3	754,09	21,65	22,29	0,99	20,52
2 »	6,6	53,82	15,43	14,57	0,66	12,15	2 »	15,7	54,00	21,79	22,53	0,04	21,09
3 »	6,5	53,66	15,09	14,19	0,01	12,34	3 »	14,1	53,88	21,85	22,41	3,73	19,96
4 »	6,0	53,68	14,78	13,90	0,00	12,61	4 »	12,3	53,74	21,84	22,25	2,83	19,14
5 »	4,9	53,90	14,71	13,81	0.00	12,23	5 »	10,9	53,64	21,63	21,91	0,08	18,39
6 »	3,8	54,17	15,05	14,60	0,26	11,25	6 »	9,9	53,63	21,09	20,78	6,26	17,30
7 »	3,5	54,42	15,89	15,88	0,21	11,85	7 »	9,4	53,76	20,21	19,32	6,92	14,45
8 »	4,4	54,54	17,14	17,44	0,75	13,76	8 »	8,9	54,00	19,08	18,30	5,36	13,40
9 »	6,6	54,54	18,55	18,65	0,43	15,35	9 »	8,2	54,28	17,95	17,10	0,47	12,54
10 »	9,8	54,44	19,83	19,82	0,09	15,99	10 »	7,4	54,50	16,99	16,71	0,96	12,02
11 »	13,1	54,31	20,79	20,81	0,02	17,34	11 »	6,7	54,51	16,31	16,06	0,03	12,34
Midi...	15,4	54,19	21,36	21,68	0,25	17,94	Minuit..	6,4	54,37	15,94	15,38	4,60	13,44

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima......... 13°,0 Des maxima........ 24°,7 Moyenne...... .... 18°,9

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima... ... 11°,6 Des maxima.. ..... 32°,5 Moyenne.. .... 22°,0

Températures moyennes diurnes par pentades.

1877. Juill. 30 à Août 3.	18°,7	Août 9 à 13.....	16°,6	Août 19 à 23.....	20°,0
Août 4 à 8........	18,8	» 14 à 18......	18,8	» 24 à 28.....	18,7

(1) Et sans correction locale. — (2) Moyenne des valeurs de 30 jours fournies par un nouvel anémographe placé, le 2, sur le mât de 20 mètres.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 SEPTEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président de l'Institut** invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour la représenter comme lecteur dans la séance publique annuelle des cinq Académies, qui doit avoir lieu le 25 octobre prochain.

M. **Tresca** présente à l'Académie, au nom de M. Le Verrier, le t. VIII, année 1876, de l'*Atlas météorologique de l'Observatoire de Paris.*

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur l'Atlas des mouvements supérieurs de l'atmosphère, de M.* H. Hildebrandsson; par M. **Faye.**

« M. H. Hildebrandsson vient de publier un très-intéressant *Atlas* des mouvements supérieurs de l'atmosphère, fondé sur l'observation des cirrhus. Ce travail a par lui-même une grande valeur, indépendamment des conclusions que l'auteur a cru devoir en tirer. Quant à ces conclusions, elles sont de la plus haute gravité pour l'avenir de la Météorologie; car, si elles étaient généralement acceptées, elles contribueraient à maintenir cette science dans la voie actuelle, que je considère comme mauvaise. Voici les idées qui ont présidé à cette entreprise.

» En traçant sur une carte les courbes d'égales pressions barométriques observées à un instant donné, on y trouve des maxima et des minima. Les météorologistes admettent, encore aujourd'hui, que tout minimum est un centre d'aspiration vers lequel l'air de la couche inférieure se meut horizontalement, au ras du sol, en convergeant de tous les points de l'horizon. La rotation du sol imprime à l'air, prétend-on, à toute latitude, un violent mouvement gyratoire, en sorte que c'est en tournoyant que cet air s'élève, au-dessus d'un minimum, jusqu'aux hautes régions de l'atmosphère. La colonne ascendante s'évase de plus en plus: en haut l'air s'en échappe en divergeant, et retombe plus loin sur le sol en nappe descendante.

» Au-dessus d'un maximum, au contraire, l'air, d'après la même théorie, l'air, dis-je, serait animé d'un mouvement descendant; au ras du sol cet air s'échapperait en divergeant.

» M. Clément Ley a pensé avec raison qu'il devait y avoir un lien entre ces minima et les maxima; mais, confiant dans la théorie précédente, il a cru que cette liaison consiste en ce que l'air ascendant des minima doit, en haut, dans la région des cirrhus, marcher vers les maxima et retomber de là jusqu'au sol. Quelques observations lui ont paru confirmer cette hypothèse et établir qu'effectivement les cirrhus s'éloignent des minima et convergent vers les maxima. C'est ce travail, ébauché par M. Clément Ley, que M. Hildebrandsson reprend sur une plus grande échelle Il présente un *Atlas* fort bien fait, de 52 cartes, à l'appui de cette théorie. Examinons-les.

» Avant tout il faut se rappeler qu'en général les cirrhus précèdent et accompagnent les cyclones; les uns et les autres vont ordinairement vers l'est, dans les régions considérées, c'est-à-dire en Europe. Si donc un maximum se trouve dans cette direction, les cirrhus, dont la direction est marquée sur ces cartes par des flèches rouges, auront l'air de se diriger vers ledit maximum.

» C'est ce qui a eu lieu pour la première carte de l'*Atlas*, celle du 13 janvier 1875. Le 14, trois flèches vont vers le maximum du sud et trois en sens inverse. Le 15, même situation; impossible d'en rien conclure.

» Le 7 mars, les cirrhus qui accompagnent le cyclone de $0^m,740$ vont encore vers l'est et ont devant eux une aire de fortes pressions.

» Le 6 décembre, aire bien marquée de maximum au nord-nord-est. Je ne vois pas de flèches se diriger nettement de ce côté; elles me paraissent être simplement subordonnées au minimum du sud-est.

» Le 8 décembre, le maximum est à présent sur l'Islande. Trois flèches se dirigent vers ce point; toutes les autres tournent autour de la dépression située en Russie.

» Le 10 décembre, la plupart des flèches qui accompagnent le cyclone marchent vers

l'est, comme à l'ordinaire, et semblent dirigées vers une aire très-vaste de hautes pressions qui se trouve sur leur chemin; mais, le 11, cette aire s'étant resserrée et mieux délimitée, on ne trouve pas une seule flèche qui se dirige vers elle, et il en est presque exactement de même le lendemain 13 décembre.

» Les 21 et 25 décembre, les cirrhus qui accompagnent le cyclone placé sur l'Islande ont devant eux de vastes espaces à forte pression. Il est facile de voir, par les détails du 25, que leur marche n'en est nullement influencée. Le 7 janvier 1876, les cirrhus ont une marche insolite, mais une seule flèche se trouve dirigée vers le maximum de $0^m,785$.

» On pourrait continuer ainsi jusqu'au bout de l'*Atlas*. Je me bornerai à signaler encore les cartes des 24, 25, 26, 31 janvier, 1er et 3 mars. Pendant toute cette période une aire de haute pression s'est maintenue constamment sur la région comprise entre l'Adriatique et la mer Noire, tandis qu'une succession de cyclones passaient au nord de cette région. On verra que les cirrhus allaient à l'est ou au nord-est comme les cyclones, sans se laisser dévier sensiblement par le voisinage de ce maximum.

» M. Hildebrandsson reconnaît lui-même que ses cartes présentent des exceptions à sa règle; seulement il attribue celles-ci à ce que les observateurs auront pris alors des nuages ordinaires pour des cirrhus. Quant à moi, je ne puis trouver dans ces cartes, d'ailleurs si intéressantes, la confirmation de l'hypothèse d'après laquelle les courants supérieurs iraient des minima aux maxima, ce qui, on en conviendra, serait singulièrement compliqué.

» Il n'y a pas à s'étonner de cet insuccès, car si l'hypothèse elle-même est d'accord avec les idées régnantes en Météorologie, elle est en contradiction avec les lois les plus simples de la Mécanique atmosphérique. De ce que l'on voit l'air inférieur monter de lui-même, plus ou moins, quand il a été surchauffé par son contact avec un sol brûlant, sans l'intervention d'une force dans le sens vulgaire du mot, on imagine que le même air, transporté en haut, devra redescendre *de lui-même* jusqu'au sol d'où il est parti, à travers les couches successives. Or cela n'est pas : l'équilibre de l'atmosphère est tel, qu'il faut dépenser du travail pour faire monter une masse d'air prise en bas. Il faut encore dépenser du travail pour faire descendre une masse d'air prise dans les couches supérieures. Quand il s'agissait de faire pomper de l'air, dans l'hypothèse des tourbillons ascendants, c'était le Soleil qui fournissait gratuitement le travail nécessaire sous forme de chaleur; mais, quand il s'agit de faire redescendre cet air, alors qu'il a pris la densité et la température des couches où il est parvenu, où il se meut même quelque temps, le Soleil n'intervient plus et l'on oublie d'assigner la force capable d'exécuter le travail nécessaire.

» Mais on oublie bien autre chose! On oublie qu'un minimum ne reste

pas en place de manière à envoyer, en haut, de l'air qui retomberait à côté sur un maximum voisin. Ce minimum voyage aussi vite, plus vite même qu'un train express. Il faut donc que la colonne *ascendante* qui a, dit-on, ce minimum pour base, voyage elle-même avec cette vitesse. En vertu de quelle force cet étonnant et grandiose phénomène du mouvement de translation de toutes les tempêtes gyratoires s'accomplit-il si souvent sous nos yeux? C'est ce que la Météorologie actuelle ne dit pas ([1]) et ne dira jamais tant qu'elle s'inspirera du vieux préjugé en vertu duquel des gyrations *ascendantes* pompent jusqu'aux nues l'eau des mers, le sable des déserts d'Asie et d'Afrique, la poussière des terres chaudes d'Amérique, le foin nouvellement fauché de nos prés, etc., pour les laisser tomber ensuite, ajoute-t-on aujourd'hui, sur quelque aire de pression maximum.

» J'ai donné, il y a quelques années, les lois de ces courants supérieurs; elles ne ressemblent en rien à celles du savant météorologiste d'Upsal. Je demande à l'Académie la permission de reproduire très-brièvement quelques traits de cette théorie pour qu'on puisse la comparer à celle que je viens de critiquer.

» Le premier signe de l'arrivée d'un mouvement gyratoire, c'est l'apparition des cirrhus. On les voit longtemps d'avance marcher lentement dans le ciel, sans qu'on puisse bien nettement apprécier leur direction, tant à cause de leur lenteur apparente qu'à cause de leur forme mal définie. C'est là un signe constamment observé à toute latitude, sur l'un et l'autre hémisphère.

» Voici, par exemple, pour l'hémisphère austral et les basses latitudes, les observations du commandant Bridet à l'île de la Réunion et à l'île Maurice:

« Cinq ou six jours avant qu'un cyclone fasse sentir ses atteintes, des cirrhus se montrent

---

([1]) Je ne compte pas, en effet, la tentative d'explication qui consiste à faire remarquer que, dans nos pays occidentaux, il pleut plus à l'avant d'un cyclone qu'à l'arrière, c'est-à-dire plus à l'est qu'à l'ouest dudit cyclone, et que, par suite de la raréfaction produite à l'avant par une abondante condensation de la vapeur d'eau, le cyclone est aspiré vers l'est. J'ai fait remarquer, il y a longtemps, que cette condensation doit produire exactement le même effet, mais en sens inverse, sur l'air placé à l'opposite du tourbillon, en sorte que, de ce conflit, il ne saurait résulter pour le cyclone aucune tendance à marcher indéfiniment et à grande vitesse vers l'est. Mais M. Hann a donné une démonstration encore plus nette, s'il est possible, en constatant qu'en Autriche il pleut plus à l'arrière qu'à l'avant des cyclones, ce qui ne les empêche pas de marcher vers l'est en Autriche comme dans les pays plus occidentaux. (Voir HILDEBRANDSSON, *Atlas des mouvements supérieurs*, p. 5.)

au ciel qu'ils couvrent de longues gerbes déliées, d'un effet original. Ces nuages, qui sont généralement considérés comme signes de vent dans tous les pays, ne manquent jamais de précéder l'arrivée des ouragans. Un peu plus tard ces cirrhus sont moins accentués; ils se transforment en une espèce d'atmosphère blanchâtre, laiteuse, cause de halos solaires et lunaires fréquemment observés; ou bien encore ces cirrhus se transforment en cirrho-cumulus qui donnent au ciel cette apparence qu'on désigne sous le nom de *ciel pommelé;* puis les cumulus se présentent, ne laissant apercevoir qu'à de rares intervalles les cirrhus supérieurs.... »

» Voici, pour l'hémisphère boréal et les hautes latitudes, le résultat des longues observations de M. Hildebrandsson (p. 11):

« Il est plus aisé, en général, d'observer les cirrhus pendant les maxima barométriques que pendant les minima, parce que, dans ce dernier cas, le ciel est ordinairement plus couvert de nuages bas. Or ces masses de nuages sont le plus souvent, au moins dans l'Europe septentrionale, accumulées surtout sur les côtés antérieurs des minima, de sorte qu'il est généralement moins difficile d'observer les cirrhus sur leur partie postérieure. Cet inconvénient est assurément compensé en partie par le fait que, chez nous du moins, les cirrhus sont plus nombreux et plus étendus sur la partie antérieure; aussi servent-ils souvent de précieux signes précurseurs d'une tempête prochaine. »

» Puisque les tempêtes, sur toute l'immense trajectoire qu'elles parcourent au ras du sol, sont toujours annoncées en haut par le passage des cirrhus, et sont accompagnées et suivies par ces nuages dans ces mêmes régions où s'évase le haut des tourbillons, il en résulte, avec toute évidence, sans contestation possible, que les cirrhus parcourent précisément cette même immense trajectoire dans les régions supérieures, avec la vitesse de l'ouragan. Que d'ailleurs ces vitesses existent effectivement en haut, dans la région des cirrhus, c'est ce que les voyages en ballon ont vérifié directement.

» Ainsi, sur nos deux hémisphères, les courants supérieurs à cirrhus sont des fleuves aériens à vitesse accélérée, dont le cours est partout et constamment identique aux trajectoires inférieures des tourbillons; celles-ci sont, sur le sol, la projection rigoureuse de ceux-là.

» Or ces trajectoires ont toujours une courbure très-prononcée et présentent à l'ouest une forte convexité; il est donc impossible qu'il n'y ait pas, entre les divers filets horizontaux du fleuve aérien correspondant, des différences de vitesse.

» Tous les hydrauliciens affirmeront que, s'il en est ainsi, il s'y produira fréquemment, nécessairement, des tourbillons à axe vertical qui suivront, avec la vitesse moyenne un peu diminuée, le fil du courant.

» Donc les hauts tourbillons dont nous observons effectivement la

partie inférieure, le pied, sur ces immenses trajectoires, sont nés au-dessus, là où ils ont leur tête évasée dans ces fleuves supérieurs, aux dépens des inégalités de vitesse de ceux-ci.

» Cette conclusion indéniable nous fournit, en outre, la force vive dont nous avons besoin pour expliquer, d'une part, la descente forcée de l'air supérieur, d'autre part, le formidable travail que les gyrations arrivées au sol exécutent sur toutes ses saillies.

» Nulle part ailleurs, dans la nature terrestre, on ne trouvera une telle provision de force vive susceptible de voyager à grande vitesse et de se dépenser continûment, sur les deux hémisphères, depuis l'équateur jusqu'aux deux cercles polaires. De plus, il n'existe dans la nature mécanique qu'un seul et unique procédé pour amener cette force vive, des hauteurs de 6000, 8000 et 10000 mètres où elle réside, jusqu'au sol sur lequel elle exerce ses ravages.

» Les cartes de M. Hildebrandsson ne contredisent nullement cette théorie; au contraire : elles montrent que les cirrhus marchent en Europe comme les cyclones, soit qu'il pleuve à leur avant comme dans nos pays occidentaux, soit qu'il pleuve à leur arrière comme en Autriche, c'est-à-dire qu'ils marchent vers l'est, et que, dans les cas où l'observation rencontre des circonstances favorables et un cyclone de forme régulière, les cirrhus voisins du centre affectent autour de lui une disposition gyratoire.

» Je suis loin d'ailleurs de contester l'utilité des observations auxquelles se livrent le savant météorologiste d'Upsal et ses collaborateurs. Lorsque ces immenses courants, partis de la région équatoriale, se propagent jusqu'à nous en glissant par l'effet de leur chute le long des surfaces de niveau de l'atmosphère, ils font naître, sur leur trajet, ou à côté, des aires de haute pression, interrompues çà et là par les phénomènes tourbillonnaires qui déterminent des minima passagers (¹). Ces hautes pressions tendent à se

(¹) On m'objecte toujours, sur ce dernier point, qu'un courant descendant doit produire en bas un maximum barométrique et non un minimum. Sans doute, s'il s'agissait d'un courant linéaire, pénétrant verticalement jusqu'au sol à travers des couches successives de l'atmosphère; mais de tels courants n'existent pas. Au lieu de cela les courants supérieurs de l'atmosphère nous présentent un mécanisme invariable qu'on rencontre aussi dans tous les cours d'eau, celui de gyrations descendantes au sein desquelles la diminution de pression due à la force centrifuge l'emporte quelque peu sur l'augmentation de pression due à la composante verticale du mouvement. C'est ce qu'on vérifierait dans les tourbillons des cours d'eau s'il était possible d'y descendre un baromètre très-sensible; mais la simple dénivellation conique que l'œil distingue à la surface de l'eau suffit.

rétablir après le passage des gyrations; elles apparaissent même parfois entre deux tourbillons qui se suivent à quelque distance. De là la déformation incessante des lignes isobarométriques, déformation qu'il est certainement important de suivre en détail, surtout quand les grandes inégalités du sol, les hautes chaînes de montagnes, interposées sur le trajet des cyclones, viennent modifier quelque peu leur allure et y déterminer des segmentations, des gyrations partielles encore peu étudiées.

» Cette dernière étude a déjà été entamée avec succès par M. Hébert, président de la Commission météorologique de la Haute-Vienne; elle confirme complétement la théorie du *fœhn* et du *siroco*, c'est-à-dire des tourbillons engendrés dans des courants supérieurs, dépouillés de cirrhus, que j'ai exposée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1877. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Découverte de plantes fossiles tertiaires, dans le voisinage immédiat du pôle nord.* Note de M. G. DE SAPORTA.

« L'Académie a été entretenue, à plusieurs reprises, des plantes fossiles découvertes au sein des régions polaires, et des immenses travaux de M. le professeur Heer, de Zurich, qui ont eu pour objet la reconstitution de l'ancienne flore arctique aux diverses époques géologiques. Les notions qui résultent de cette longue série de recherches mettent en lumière la richesse végétale de contrées aujourd'hui entièrement desolées, et prouvent que cette richesse s'est maintenue sans interruption, mais non sans variations ni changements, depuis les temps carbonifères jusqu'au milieu de la période tertiaire.

» Les empreintes recueillies sur l'île de Disco, le long de la côte occidentale du Groënland, par 70 degrés de latitude nord, et celles qui proviennent du Spitzberg et qui sont dues aux explorations du voyageur suédois Nordenskiöld, ont permis de définir les caractères que présentait la flore arctique tertiaire jusqu'aux environs de 78 degrés de latitude nord (Kings-Bay). M. Heer avait effectivement remarqué que, à cette dernière latitude, les Conifères (*Pinus, Abies, Sequoia, Taxodium, Glyptostrobus*) tendaient à prédominer, tandis que les Dicotylédones angiospermes étaient relativement moins nombreuses et se composaient uniquement de types à feuilles caduques, évidemment adaptés aux exigences d'un climat relativement rigoureux : les genres *Corylus, Platanus, Viburnum, Acer, Cratægus* se présentaient ici en première ligne. Je puis maintenant signaler une decouverte toute récente, qui reporte encore plus loin, dans le sens des latitudes,

l'étendue de nos connaissances sur la nature de la flore de l'extrême nord, vers le commencement du miocène. M. le professeur Heer me communique à ce sujet des détails inédits dignes du plus vif intérêt. Il vient de recevoir et de déterminer un ensemble de vingt-cinq espèces végétales tertiaires, rapportées par le capitaine Feilden du *Grinnell-Land* ou Terre de Grinnell, située au nord du détroit de Smith, vers le 82e degré parallèle. C'est donc, de beaucoup, le point le plus rapproché du pôle dont nous possédions des plantes fossiles, et ces plantes appartiennent à une époque où le refroidissement du globe, bien que déjà sensible, n'avait pas fait assez de progrès pour exclure la végétation arborescente des parties centrales de la zone arctique.

» Des vingt-cinq espèces déterminées par M. Heer, les deux cinquièmes (dix) sont des Conifères qui comprennent des Pins de la section *Strobus*, notre sapin argenté (*Abies taxifolia*), le *Taxodium distichum miocenicum*, ou Cyprès chauve d'Amérique, et enfin un type éteint de Taxinées, le *Torellia rigida*, Hr., qui se rattache de loin au *Baiera* jurassique et même à notre *Ginkgo biloba*.

» Les Dicotylédones offrent un intérêt particulier : toutes leurs espèces avaient des feuilles caduques, indice d'une saison d'hiver déjà bien prononcée. Le *Populus arctica*, Hr., espèce éteinte et ambiguë de caractère, le *Corylus Mac-Guarii*, Hr., tige probable de nos Noisetiers, le *Betula prisca*, Ett., peu différent de notre Bouleau, une Viorne, le *Viburnum Nordenskiöldi*, Hr., analogue au *V. lantana*, doivent être placés au premier rang. Il faut de plus, mentionner un *Nymphæa*, *N. arctica*, Hr., et enfin des traces d'Arundinées.

» On voit, par cette esquisse, que, vers le milieu des temps tertiaires, à une époque où l'Europe centrale possédait encore des Palmiers et des *Cinnamomum* jusqu'au delà du 50e degré de latitude, les forêts des terres arctiques les plus avancées vers le pôle présentaient la physionomie qui caractérise maintenant la végétation des parties moyennes de l'Europe et de l'Amérique septentrionale. Des espèces similaires ou très-rapprochées de celles que nous avons sous les yeux y croissaient et se trouvaient pourtant associées à quelques formes et même à un genre aujourd'hui perdu. Ces découvertes fournissent de nouvelles preuves, et de la stabilité du pôle, et du refroidissement graduel des régions arctiques, et de la prédominance, dans ces régions, dès l'époque tertiaire, des espèces à feuilles caduques, longtemps absentes, ou du moins en minorité, dans l'Europe contemporaine ; elles montrent encore que certains végétaux indigènes, comme notre

sapin, ont originairement habité en dedans du cercle polaire, avant de se répandre sur notre continent. Mais, si l'on constate aisément, dès cette époque, la dégradation du climat dans le sens des latitudes et la marche progressive du refroidissement des régions arctiques, refroidissement dont la date initiale peut être reportée au commencement de la craie, il demeure toujours très-difficile d'assigner à ce grand phénomène une cause déterminante, soit cosmique, soit astronomique. »

GÉOLOGIE. — *Sur un bloc erratique de granite des environs de Genève.* Extrait d'une Lettre de M. DE MARIGNAC à M. Dumas.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« Genève, 14 septembre 1877.

» Tous les géologues qui ont visité la Suisse ont conservé le souvenir d'un magnifique bloc erratique de granite, situé aux environs de Genève, dans les bois d'Aisery, propriété de mon père. Ce bloc, que vous connaissez bien, a été décrit par Deluc; il est mentionné dans l'ouvrage classique de Favre sur les Alpes de la Savoie, et probablement dans beaucoup d'ouvrages de Géologie.

» Je viens d'apprendre que l'entreprise chargée de la construction d'une partie du chemin de fer d'Annecy à Annemasse avait été autorisée par le Préfet de la Haute-Savoie à en prendre possession et à l'exploiter.

» J'ai pensé que l'Académie des Sciences pourrait peut-être intervenir pour réclamer la conservation de cette pierre monumentale (environ 300 mètres cubes) qui témoigne de la puissance des phénomènes erratiques. Ne serait-il pas déplorable qu'il fallût désormais aller chercher hors de la frontière française, en Suisse, où l'on a pris des mesures pour les protéger, des témoins aussi importants de ces anciennes révolutions du globe?

» Si l'Académie croit opportun d'intervenir, je suis tout disposé, pour motiver cette intervention et pour garantir que la conservation de ce bloc, assurée pour le moment par ses soins, ne serait pas à la merci de l'indifférence de mes successeurs, à lui faire donation, par acte authentique, de la propriété de la pierre et du terrain sur lequel elle repose, sous la seule condition qu'elle en interdise l'exploitation ».

M. DUMAS demande à M. le Président s'il ne serait pas urgent de pourvoir dès à présent à la conservation de ce témoin des époques glaciaires, inter-

rogé depuis un siècle par les plus illustres géologues et constituant ainsi un monument deux fois historique.

M. le Président charge MM. les Secrétaires perpétuels de faire connaître immédiatement à M. le Ministre de l'Intérieur l'intérêt scientifique qui se rattache à la conservation de ce bloc, et de lui annoncer qu'un Rapport motivé lui sera transmis plus tard. Il les charge, en même temps, de remercier au nom de l'Académie notre éminent Correspondant, M. de Marignac, de sa généreuse et opportune proposition.

VITICULTURE. — *Sur la disparition spontanée du Phylloxera.* Note de M. H. Marès.

« La disparition complète et spontanée du Phylloxera sur des ceps de vigne attaqués par cet insecte est un fait intéressant qui se lie à la fois à l'histoire de ses mœurs et de sa durée et aux espérances qu'on peut concevoir de voir ses ravages s'affaiblir et prendre fin par la seule action du temps.

» C'est ce qui m'engage à communiquer à l'Académie les faits suivants :

» J'ai sur la terrasse de mon jardin, à Montpellier, trois vases ou pots à fleurs en terre cuite, dans lesquels sont plantés de jeunes ceps de vigne qui furent phylloxérés le 9 avril 1873, au moyen de fragments de racines garnies de Phylloxeras, déposées à leur pied. Ces vases, d'une capacité de 12 litres environ, sont remplis de terre de jardin ordinaire, assez compacte cependant pour être facilement dépotée quand elle a acquis un certain degré de siccité.

» J'ai eu soin d'examiner chaque année l'état des ceps, en les dépotant plusieurs fois dans le cours de la saison, d'abord au mois de mai, et ensuite en juillet, août et octobre. Je les ai trouvés très-garnis de Phylloxeras à partir de juillet et août 1873 En 1874, les ceps jaunirent et se rabougrirent. L'inspection des racines permettait de constater, tout autour de la périphérie intérieure du vase, un chevelu assez abondant, sur lequel se trouvaient en grand nombre les nodosités caractéristiques de la présence du Phylloxera et une quantité considérable de ces insectes à tous les états d'œufs, de jeunes et de mères pondeuses. En 1874, au commencement d'octobre, je trouvai au pied d'un des ceps en question, sur une racine rapprochée de la surface, un groupe de larves parmi lesquelles il y avait une nymphe avec des fourreaux d'ailes très-apparents. Depuis, je n'en ai plus rencontré d'autres, mais la production de l'insecte ailé dans mes vases

n'en était pas moins démontrée. Ayant remarqué, en 1874, l'action préjudiciable des grands froids sur les ceps de mes vases, j'en couvris la partie supérieure pendant l'hiver de 1875 d'une légère couche de fumier pailleux; depuis la même application a été faite chaque année, en laissant séjourner le fumier sur les pots du 15 décembre au 15 mars. En hiver, les ceps de mes vases n'ont reçu d'autre arrosage que celui de la pluie. Au printemps, ils ne sont arrosés que dans les cas de sécheresse prolongée; mais, en été, à partir de juin, ils reçoivent chaque semaine deux arrosages. On se borne ainsi à maintenir à la terre une fraîcheur suffisante pour que la végétation n'en souffre pas.

» C'est dans ces conditions que les ceps en observation ont végété, donnant de petits sarments étiolés de 30 à 50 centimètres de longueur, très-grêles et garnis de feuilles plus ou moins jaunes. Sur la même terrasse, à quelques mètres d'eux, sont d'autres vases, les uns de la même dimension, les autres beaucoup plus grands, garnis de ceps du même âge et de même variété (aramons), mais auxquels le Phylloxera n'a pas été communiqué artificiellement.

» Les ceps de tous ces vases, à l'exception d'un seul, végètent vigoureusement, donnent de longs et gros sarments, produisent des raisins; ils ne sont pas phylloxérés. Un seul a été atteint à distance par l'insecte et a été reconnu malade dans le cours de l'été de 1876.

» Cette année, au mois de mai 1877, j'ai examiné mes vases à ceps phylloxérés; leur chevelu était en petite quantité et pourri sur plusieurs points, mais je n'y trouvai point de Phylloxeras. Le fait ne me parut pas extraordinaire, parce qu'à cette époque de l'année cet insecte semble parfois disparaître chez un grand nombre de sujets, sur lesquels on le voit reparaître en quantité dans le cours de la saison. La végétation des ceps prit un essor vigoureux en mai et en juin, et se soutint en juillet. En août, au moment des grandes chaleurs, voyant les sarments atteindre une longueur d'un mètre, je dépotai mes trois pieds de vigne, et *tous les trois* je les ai trouvés tapissés, le long des parois des vases, d'un beau et abondant chevelu, complétement exempt de Phylloxeras.

» Quant au pied qui s'est spontanément phylloxéré et qui a été reconnu infecté en 1876, il reste encore rabougri, et ses racines sont couvertes d'insectes.

» Ainsi le Phylloxera aptère communiqué à plusieurs ceps de vigne, dans des conditions définies, comme celles que je viens de décrire, s'y est maintenu pendant quatre ans, et a spontanément disparu dans le cours de

la cinquième année sur tous les ceps à la fois, ce qui paraît indiquer une cause générale agissant sur tous les sujets.

» Un cep qui s'est infecté spontanément (en 1875 probablement), à une distance de 5 mètres environ du groupe des malades, conserve encore ses Phylloxeras.

» Sans vouloir donner à ces faits plus d'importance qu'ils n'en méritent, je ne puis m'empêcher de les rapprocher des observations si intéressantes de M. Balbiani sur la diminution progressive de la fécondité du Phylloxera parthénogénésique, à mesure qu'il s'éloigne de l'individu sorti de l'œuf d'hiver qui lui a servi de point de départ.

» Dans le cas dont il s'agit, la fécondité du Phylloxera a duré quatre années, et l'insecte a disparu à la cinquième.

» Je n'ai trouvé sur les ceps en observation qu'une seule fois (en octobre 1874) une nymphe avec des fourreaux d'ailes; je n'ai jamais découvert sur eux ni insectes ailés, ni sexués, ni œuf d'hiver, quoique je les aie plusieurs fois cherchés.

» La présence d'insectes ailés en 1874 peut expliquer l'invasion de l'insecte à distance sur le cep reconnu malade en 1876. Les sexués de 1874, sortis des pontes du Phylloxera ailé de même année, ont produit l'œuf d'hiver. Celui-ci, éclos au printemps de 1875, a infecté le cep, mais trop faiblement pour le rabougrir la première année; l'affaiblissement n'est devenu apparent qu'en 1876, et depuis le Phylloxera se maintient sur le cep; il n'a pas disparu comme ceux des vases, desquels est partie l'infection.

» On pourrait supposer peut-être qu'en 1876 tous les Phylloxeras aptères des ceps infectés en 1874 ont pris la forme ailée et ont ainsi disparu; mais, si le fait s'était produit, il est probable que j'aurais trouvé sur mes pots et mes vases quelque nymphe ou quelque insecte ailé, ce qui n'est pas arrivé.

» Il me paraît plus naturel et plus logique d'admettre la disparition du Phylloxera par épuisement de fécondité, les insectes ailés et les sexués qui en dérivent n'ayant probablement plus été produits dans les vases, et l'insecte n'ayant plus trouvé ainsi, après trois ou quatre ans de générations successives par parthénogénèse, les éléments nouveaux au moyen desquels se perpétue sa prodigieuse facilité de reproduction.

» Lorsque les vignes de nos cultures résistent quelques années sans mourir des atteintes du Phylloxera, et qu'elles ne sont plus entourées de parcelles ou de sujets nouvellement envahis, il est possible, sinon pro-

bable, que le Phylloxera peut en disparaître spontanément après trois ou quatre années de générations parthénogénésiques, ainsi que j'ai pu directement l'observer dans l'expérience que je viens de rapporter. On s'expliquerait ainsi les faits de reprise et de renaissance inespérée de quelques vignes, que leurs propriétaires se sont refusés à arracher dans les contrées où le Phylloxera a principalement sévi de 1871 à 1874, et dont la plupart des vignobles ont péri. »

M. P. de Tchihatchef, en faisant hommage à l'Académie du dernier fascicule de sa traduction de l'ouvrage de M. Grisebach, intitulé : « *La végétation du globe* », s'exprime comme il suit :

« Le premier volume de cette traduction a été honoré d'une bienveillante présentation dans la séance du 29 novembre 1875 (*Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 1024), de la part de l'illustre botaniste, qui ne cessera jamais d'être, pour l'Académie comme pour le monde scientifique, un sujet d'unanimes regrets et de profonde vénération. En appréciant le service que M. Grisebach avait rendu à la science par la publication de cet ouvrage, M. Brongniart signalait l'importance qu'il y avait à le rendre accessible aux savants de tous les pays. Ce fut, en effet, cette conviction qui m'avait décidé à me charger de cette tâche, devenue d'autant plus difficile, qu'il me semblait que, pour conserver au grand travail de M. Grisebach, publié il y a déjà plus de cinq ans, toute son incontestable valeur, il fallait le mettre au niveau actuel de la science, ce qui a nécessité, de ma part, un grand nombre d'annotations de nature très-variée ; car l'éminent botaniste de Göttingue avait adopté dans son ouvrage un cadre fort étendu, embrassant presque toutes les branches des sciences naturelles et physiques, si rapidement progressives de nos jours. Heureusement, la coopération de plusieurs botanistes éminents ne m'a pas fait défaut, car MM. Parlatore, Cosson, Fournier, André, Bureau et Doûmet-Adanson ont bien voulu enrichir ma traduction de données importantes, en grande partie inédites. Grâce à un concours aussi efficace, la traduction de cette œuvre magistrale représente une nouvelle édition notablement augmentée, en sorte que, sous cette forme, *La végétation du globe* de M. Grisebach peut être considérée comme l'expression de l'état actuel de la science et se place au premier rang parmi les ouvrages de ce genre.

» Enfin j'ai cru devoir ajouter au dernier volume de l'ouvrage un travail intitulé : *Considérations géologiques sur les îles océaniques*. Dans ce

travail, je me suis proposé d'étudier les causes de l'anomalie singulière que présentent ces îles, sous le double rapport de leur flore et de leur faune, sans que les conditions physiques actuelles soient de nature à expliquer d'une manière satisfaisante de telles anomalies; dès lors, on est forcément amené à chercher la solution de cette question dans les annales géologiques, en se demandant si les îles les plus remarquables, par l'originalité de leur flore et de leur faune, ne seraient pas les plus anciennes et, par conséquent, les plus susceptibles de conserver l'empreinte de leur individualité primitive. Or, les investigations géologiques auxquelles je me suis livré dans cette vue m'ont fourni des résultats diamétralement opposés à ceux qu'on eût été tenté d'admettre *a priori*, puisqu'il s'est trouvé que ce sont les archipels géologiquement les plus récents qui sont les plus caractérisés par l'originalité de leur flore et de leur faune. D'autre part tandis qu'on eût dû s'attendre à voir les îles les plus voisines des continents placées dans les conditions les moins favorables à la conservation des formes particulières, tant végétales qu'animales, c'est précisément le contraire que présente la majorité des archipels océaniques.

» J'ai donc été conduit à cette conclusion que, si, dans l'état actuel de nos connaissances, l'étrange anomalie qui caractérise ces archipels sous le double rapport de leur flore et de leur faune, ne peut être expliquée par les conditions physiques actuelles, les annales géologiques sont également muettes à cet égard, et que, dès lors, il devient évident que la solution de cette importante question se rattache à certains faits qui échappent encore à notre appréciation, et qui ne pourront nous être complétement révélés qu'à la suite d'études approfondies de tous ces groupes insulaires, disséminés pour ainsi dire, comme autant de petits mondes, au milieu de l'immense Océan. »

MÉMOIRES LUS.

HYGROMÉTRIE. — *Nouvel hygromètre à condensation*; par M. ALLUARD.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouvel hygromètre à condensation. Il se distingue de tous ceux qui ont été employés jusqu'ici par les deux points suivants : 1° la partie sur laquelle le dépôt de rosée doit être observé est une face plane, bien polie, en argent ou en laiton doré; 2° cette face plane est encadrée dans une lame d'argent ou de laiton, dorée et polie elle-même, qui ne la touche pas, et qui, n'étant jamais

refroidie, conserve toujours tout son éclat. Il résulte de cette disposition que le dépôt de rosée s'observe avec la plus grande facilité, de telle sorte qu'on ne trouve presque aucune différence entre les températures des instants où la rosée commence et finit de paraître sur l'instrument convenablement refroidi par l'évaporation de l'éther.

» La forme de l'appareil est celle d'un prisme droit à base carrée. Sa hauteur a 8 centimètres et sa base 18 millimètres de côté. Trois petits tubes de cuivre traversent le couvercle supérieur; le premier pénètre jusqu'au fond, et les deux autres, dont l'un est surmonté d'un entonnoir servant à introduire l'éther, débouchent seulement en haut. Deux petites fenêtres permettent de juger de l'agitation de l'éther par l'aspiration ou le refoulement de l'air destiné à produire le refroidissement en évaporant le liquide volatil : le mieux est d'opérer avec un aspirateur, dont on règle l'aspiration suivant les besoins. Une tubulure centrale permet l'introduction d'un thermomètre qui, se trouvant placé au milieu du liquide en évaporation, donne la température à laquelle se fait le dépôt de rosée.

» Un petit thermomètre fronde, fixé à côté sur un support en laiton, permet de déterminer avec précision la température de l'air dont on veut avoir l'état hygrométrique.

» L'hygromètre à condensation, de Daniell, a été modifié autrefois par l'un des membres éminents de cette Académie, par M. V. Regnault. Il en a fait un instrument de précision; mais son appareil ne s'est pas répandu à cause de sa manœuvre délicate. Le dépôt de rosée, se faisant sur un cylindre d'argent poli, est difficile à saisir. Dans l'hygromètre à face plane que je présente, ce dépôt se voit très-facilement par contraste, même à quelques mètres de distance, surtout si l'on a le soin de se placer de manière à éviter toute réflexion sur les faces dorées, ce qui les fait paraître d'un beau noir d'ébène. Son emploi étant très-simple, sans rien perdre de sa précision, rien ne s'oppose plus à ce que son usage devienne général.

» Depuis que les observations météorologiques se sont multipliées de tous côtés, l'hygromètre a pris une importance qu'il n'avait pas autrefois. Celui qui est presque exclusivement employé aujourd'hui est le psychromètre. Or, tous les physiciens savent que, au-dessous de zéro, on ne peut pas compter sur les résultats qu'il donne; il en est de même dans un air très-agité. Et cependant, presque partout, on continue à s'en servir dans ces conditions-là.

» Nous espérons que l'hygromètre à face plane, muni pendant les froids de l'hiver d'un aspirateur rempli de glycérine, pourra donner des résultats

précis à tous ceux qui ne craindront pas de consacrer deux ou trois minutes à sa manœuvre. Il pourra, de plus, servir à contrôler, en maintes circonstances, toute installation hygrométrique dans les observations météorologiques. »

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une nouvelle comète, par M.* Coggia, *et observation de l'un des satellites de Mars, par M.* Borrelly. Lettre de M. **E. Stephan** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Marseille, le 16 septembre 1877.

» Une nouvelle comète, la quatrième de cette année, vient d'être trouvée à l'Observatoire de Marseille, par M. Coggia. Entrevue le 13, pendant quelques minutes, avant le lever du soleil, cette comète n'a pu être observée complétement que le lendemain. J'ai l'honneur de vous transmettre cette première observation.

» J'y joins une observation de l'un des satellites de Mars, qui a été exécutée, par M. Borrelly, à l'aide de l'équatorial de $0^m,258$ d'ouverture. Il a été, bien entendu, nécessaire de cacher la planète par un écran.

» Jusqu'ici, nous n'avons pu parvenir à voir les satellites à l'aide du télescope de $0^m,80$; malgré l'interposition d'un écran devant Mars, il reste trop de lumière dans le champ. Il est vrai que l'argenture est fort ancienne; je me propose de la renouveler très-prochainement.

Comète IV, 1877, *découverte à l'Observatoire de Marseille, par M.* Coggia.

1877.	Heure de l'obs. (T. M. Marseille).	Asc. droite de la comète.	Dist. polaire de la comète.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.	Observ.
Sept. 14.	$14^h 38^m 8^s$	$8^h 32^m 3^s,10$	$41°45'59'',4$	$\bar{1},813$	0,5687	Coggia.

» La comète est assez faible, ronde, avec condensation centrale; on soupçonne une trace de queue.

» L'étoile de comparaison employée dans l'observation précédente est la Grande Ourse.

Observation d'un des satellites de Mars, faite à l'Observatoire de Marseille, à l'aide de l'équatorial de $0^m,258$, *par M.* Borrelly.

1877.	Heure de l'obs. (T. M. Marseille).	Angle de position.	Distance au centre de ♂.	Nombre de comp.
Septembre 13....	$12^h 41^m 4^s$	275°	73'',65	17

ASTRONOMIE. — *Observation du satellite extérieur de Mars, faite à l'équatorial du jardin de l'Observatoire de Paris*; par MM. **Paul Henry** et **Prosper Henry**, transmise par M. Le Verrier.

1877.	T. m. de Paris.	Distance à ♂.	Angle de position.	Nomb. de comp.
	h m s	"		
Septembre 11...	12.20.2	72,6	»	4
11	12.44.8	»	264° 30'	3

ASTRONOMIE. — *Observation à propos des satellites de Mars*; par M. **P. H. Boutigny**.

« L'Académie me permettra-t-elle de reproduire ici un passage d'un ouvrage que j'ai publié il y a plus de trente ans ([1]) :

« Toutes les planètes supérieures (et c'est une remarque curieuse), excepté Mars, ont des satellites, et en plus grand nombre que la Terre. Mars est donc une exception, mais je ne la crois qu'apparente; et, si l'on n'a pas encore découvert de satellite dans la sphère d'attraction de cette planète, c'est probablement que les télescopes ne sont point encore assez puissants pour qu'on puisse les apercevoir, ou que cette planète n'a point été observée avec assez d'attention et de persévérance. Si j'étais astronome et que j'eusse des télescopes à ma disposition, Mars serait l'objet de mes observations de prédilection. »

» Ces quelques lignes ne semblent-elles pas prouver, une fois de plus, que l'on peut raisonner juste en raisonnant par analogie?

» Comme je ne voudrais pas que personne vît dans ce qui précède un semblant de question de priorité, je m'empresse de déclarer qu'à mon sens la gloire de cette grande découverte appartient tout entière à l'Observatoire de Washington, où mon livre est probablement inconnu. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur la fermentation ammoniacale de l'urine et la génération spontanée*. Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Ch. Livon**, présentée par M. Wurtz.

« On connaît toutes les discussions qui ont eu lieu sur ce sujet dans les Académies entre les hommes de science : leur manière différente d'interpréter les faits est connue de tous; aussi, sans revenir sur cet historique, allons-nous exposer les nouvelles expériences que nous avons faites sur l'urine contenue dans la vessie, dans le réservoir normal lui-même, et cela

([1]) *Études sur les corps à l'état sphéroïdal*, par M. P.-H. Boutigny (d'Évreux); 3e édition, p. 303. Paris, 1857.

à l'aide de vivisections pratiquées sur des chiens de la manière suivante :

» On prend un chien de forte taille, on jette une ligature sur le prépuce de l'animal, afin qu'il garde ses urines. Cinq heures après on fait une incision abdominale de 20 centimètres le long du fourreau de la verge et à 1 centimètre de ce fourreau. On entoure les muscles abdominaux, on pénètre dans le péritoine. Avec l'index, on détermine la hernie de la vessie à travers l'orifice de la plaie. On jette une ligature sur les uretères et sur le canal. On incise au-dessous de la ligature.

» *Première expérience.* — La vessie suspendue par la ligature est abandonnée à l'air. L'eau transsude lentement à travers la paroi vésicale, mais l'évaporation suit la transsudation. Aussi la surface externe est-elle bientôt sèche, brillante, comme parcheminée; l'expérience est faite le 10 juillet; le 12 juillet, c'est-à-dire 48 heures après l'opération et cette exposition à l'air, nous ponctionnons la vessie avec une canule capillaire et préalablement passée au feu. Nous trouvons : *liquide sans odeur putride, acide, ne présentant au microscope aucune trace d'organismes vivants* (température ambiante 27 degrés).

» *Deuxième expérience.* — Une autre vessie est abandonnée ainsi à l'air du 10 au 15 juillet. Toujours, à l'examen du liquide intérieur, *aucun phénomène de putridité, de fermentation ammoniacale, aucun organisme vivant* (température ambiante 27 degrés).

» *Troisième expérience.* — Une troisième vessie est abandonnée douze jours à l'air. Au bout de ce laps de temps, nous ouvrons la vessie avec précaution; nous trouvons un liquide urinaire concentré, ayant l'aspect de la mélasse, *sans odeur ammoniacale.* Nous trouvons *l'acidité franche :* au microscope pas d'*organismes vivants.* Sur les parois de la muqueuse font saillie des cristaux d'*urée* de 1 centimètre de long environ (température ambiante variant de 25 à 28 degrés).

» Dans ces premières expériences, nous voyons que les cellules épithéliales, les corpuscules muqueux, la matière organisée ou demi-organisée, les soi-disant microzymas ne jouent aucun rôle ; aucun vibrionien n'apparaît.

» Nous avons alors modifié la constitution chimique du milieu. Nous avons rendu l'urine alcaline par la soude ou la potasse, soit en administrant des médicaments à nos chiens, soit en leur faisant une lésion nerveuse. L'urine alcaline est des plus favorables à la génération spontanée (D[r] Bastian).

» *Quatrième expérience.* — Nous administrons du bicarbonate de soude à un chien (4 grammes); cinq heures après l'urine rendue est reconnue alcaline. Nous jetons une ligature sur le prépuce : quatre heures après, nous enlevons la vessie, suivant notre méthode. Nous la portons à l'étuve chauffée à la température de 50 degrés C. (cette température est celle nécessaire pour la génération spontanée des vibrioniens, d'après le D[r] Bastian, *Comptes rendus*, 31 juillet 1876). Après cinq heures de chauffe à 50 degrés C., nous abandonnons notre vessie à l'air (température 27 degrés) jusqu'au lendemain. Une ponction pratiquée alors avec les précautions ordinaires nous donne une urine très-claire (urine de diurèse), *alcaline par la soude, sans trace de fermentation ammoniacale; pas de torulacée, pas de vibrioniens.*

» Afin de nous rendre compte du degré d'alcalinité de cette urine, nous avons effectué un dosage alcalimétrique sur celle retenue par le repli préputial, toujours gonflé d'urine par les efforts d'expulsion de l'animal.

» Nous avons trouvé une richesse correspondant à $2^{gr},40$ de soude par litre.

» *Cinquième expérience.* — Nous administrons, le 4 août au matin, 2 grammes d'acétate de potasse à un chien. Le soir nous lui administrons cette même quantité. Le lendemain, nous renouvelons l'administration d'acétate à la dose de 4 grammes. Le soir nous enlevons la vessie de l'animal. Elle reste dix heures au sein de l'atmosphère de notre laboratoire, puis elle est portée à l'étuve (température 50 degrés C.) pendant six heures.

» L'alcalinité de l'urine recueillie dans le repli préputial correspondait à $9^{gr},40$ de potasse par litre.

» L'urine intra-vésicale, examinée après cette action d'une température de 50 degrés, ne renfermait aucune trace d'organismes vivants. Nous ne constatons aucun dégagement d'ammoniaque.

» *Sixième expérience.* — M. Cl. Bernard a remarqué que les lésions nerveuses, chez les chiens, amenaient fréquemment l'alcalinité des urines. Nous faisons une large lésion du plancher du quatrième ventricule, chez un chien; nous jetons comme toujours une ligature sur le prépuce de l'animal. Cinq heures après, nous enlevons la vessie. L'urine préputiale qui nous sert toujours de critérium nous offre : *alcalinité, présence de l'albumine et du sucre.* Après sept heures d'étuve (température 50 degrés), nous ne trouvous *aucune trace d'organismes vivants, aucun caractère ammoniacal.*

» *Septième expérience.* — Dans cette expérience nous avons exposé pendant six jours, à la température de 50 degrés C., une vessie contenant une urine de lésion nerveuse (alcaline, albumineuse, sucrée). Ouvrant la vessie, nous trouvons un liquide alcalin par la soude, *sans odeur d'ammoniaque. Des cristaux d'urée se sont formés sur la muqueuse vésicale.* Il n'y a aucune trace d'organismes vivants. Cette vessie était très-volumineuse : elle pesait 238 grammes. Dans les autres expériences, nos vessies pesaient de 30 à 40 grammes.

» Une question se pose : le terrain sur lequel nous opérons est-il bien favorable à la fermentation ammoniacale et à la génération des vibrioniens? Les expériences suivantes répondront.

» Tout d'abord, nous avons soumis à l'expérimentation les urines retirées du repli préputial dans toutes nos extractions de vessies. Nous avons vu que ces liquides devenaient ammoniacaux au sein de notre laboratoire, où fourmillent les germes, et que les bactéries y apparaissaient souvent au bout de quelques heures d'exposition à l'air, preuve que le terrain est propice.

» *Huitième expérience.* — Nous reprenons la vessie de la sixième expérience qui contient une urine alcaline et albumineuse. Nous faisons une fenêtre à la partie supérieure; douze heures après, *odeur manifeste de putréfaction. Les vibrioniens pullulent.*

» Mais l'oxygène ne joue-t-il pas un rôle fondamental dans ces expériences, dira-t-on?

» Les expériences suivantes prouvent l'inutilité d'un excès d'oxygène. La trace d'oxygène dissous dans l'urine suffit.

» *Neuvième expérience.* — Le 7 août, nous enlevons la vessie d'un chien et l'exposons à l'air vingt-quatre heures dans notre laboratoire, où beaucoup de liquides animaux sont en putréfaction. Nous plongeons cette vessie dans la paraffine à 450 degrés, afin de recouvrir sa surface d'une enveloppe imperméable aux liquides, et s'opposant à toute évaporation. Le liquide transsude, comme à l'ordinaire, à travers la paroi vésicale; mais la couche protectrice de paraffine empêche son évaporation; il s'accumule entre la paroi externe de la vessie et la paraffine. Vingt-quatre heures après (température 27 degrés), nous enlevons la paraffine. Elle contient un liquide *trouble, putride, alcalin, fourmillant de vibrioniens et d'articles de torulacée.* Le liquide intérieur de la vessie est acide, sans trace d'organismes vivants.

» M. Pasteur expliquera les faits rapportés dans nos expériences par le rôle des germes de l'air. Notre dixième expérience confirme ses vues.

» *Dixième expérience.* — Une vessie laissée à l'air vingt-quatre heures, dans l'atmosphère de notre laboratoire, comme dans la neuvième expérience, est plongée une minute dans la paraffine à 110 degrés C.; retirée de ce bain, elle est plongée dans la paraffine à 45 degrés C., dépouillée elle-même des germes, par l'action préalable de la chaleur. Trois jours après, nous l'enlevons du sein de cette paraffine. Le liquide transsude comme toujours à travers la paroi vésicale; il est *clair, sans odeur anormale, acide, privé de tout organisme vivant.* Cette même vessie, laissée à l'air cinq heures, dans notre laboratoire, est replongée dans la paraffine à 45 degrés; vingt-quatre heures après, *putréfaction, fermentation ammoniacale, présence de la torulacée et des vibrioniens.*

» Comme on le voit, ces expériences corroborent, d'une façon éclatante, les idées de M. Pasteur. Nous les poursuivons dans le but de voir si des lésions, amenant des troubles dans la sécrétion urinaire et dans la composition de l'urine, ne pourraient déterminer la fermentation ammoniacale de l'urine, par des causes indépendantes de l'action de la fameuse torulacée [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique du salicylate de soude.* Note de MM. Bochefontaine et Chabbert, présentée par M. Gosselin.

« Dans ces dernières années, le salicylate de soude a été l'objet, tant en France qu'à l'étranger, d'un assez grand nombre de travaux qui paraissent avoir établi son heureuse influence dans diverses maladies, particulièrement

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Physiologie de M. Ch. Livon (École de Médecine de Marseille). On trouvera de plus amples renseignements sur nos expériences dans le Mémoire *in extenso* (*Revue mensuelle de Médecine et de Chirurgie*, octobre 1877).

dans le rhumatisme articulaire aigu et subaigu. Quelques-uns de ces travaux, en grande partie signalés dans les récentes Communications de M. G. Sée à l'Académie des Sciences et à l'Académie de Médecine, mentionnent des expériences faites pour déterminer la dose de salicylate qui peut être donnée aux animaux sans produire chez eux des troubles graves; mais ils ne fournissent pas de renseignements positifs sur l'action physiologique de ce médicament qui vient de prendre rang dans la thérapeutique.

» Afin d'étudier cette question, et à l'instigation de M. Vulpian, nous avons fait une série d'expériences sur des grenouilles, des cobayes et des chiens. Nos recherches ont toutes été faites par la méthode hypodermique, soit avec des solutions de salicylate de soude, soit avec ce sel à l'état pulvérulent.

» Nous avons employé d'abord un salicylate de soude impur, alors plus répandu dans le commerce que le salicylate pur, et dont l'odeur est franchement phéniquée. Ce salicylate phéniqué a sur l'organisme une action locale assez considérable qui présente des inconvénients, particulièrement quand on expérimente avec des grenouilles. Chez ces batraciens, en effet, il altère les tissus, les tanne jusqu'à un certain point, et leur donne une couleur blanchâtre; il les imbibe en même temps de proche en proche et peut, par ce mécanisme, qu'il faut se garder de confondre avec un phénomène d'absorption physiologique, produire une inertie complète, puis la mort. Le salicylate de soude pur, très-soluble dans l'eau comme le précédent, parfaitement blanc et inodore, ne possède pas à un même degré la propriété d'altérer les tissus, et par suite de mettre obstacle à leur pouvoir d'absorption. Les symptômes auxquels il donne lieu se produisent d'ailleurs avec une rapidité telle qu'il ne semble guère possible de les attribuer à un phénomène physique, à une simple imbibition des tissus; ils paraissent plutôt être la conséquence d'un phénomène d'absorption physiologique.

» En tenant compte, du reste, des difficultés que présente l'analyse physiologique de l'action du salicylate de soude sur les grenouilles, nous croyons pouvoir résumer comme il suit les effets physiologiques de cette substance chez les différents animaux sur lesquels nous avons expérimenté.

» 1. Le salicylate de soude est un agent toxique à la condition d'être administré à dose relativement considérable. 5 à 6 centigrammes de salicylate pur introduits sous la peau d'un membre postérieur d'une gre-

nouille déterminent d'abord un peu d'affaiblissement de l'animal, puis une paralysie complète du mouvement suivie d'arrêt du cœur au bout de quelques heures. Toutes les grenouilles chez lesquelles on a pu abolir ainsi les mouvements volontaires et réflexes sont mortes au bout d'un temps variable.

» Sous l'influence de 2 grammes de salicylate de soude, les cobayes deviennent moins alertes, moins sensibles aux excitations des différentes parties du corps. Si la dose est portée à 4 ou 5 grammes, ces animaux sont bientôt pris d'une faiblesse croissante; ils s'affaissent sur le ventre, tombent ensuite sur le côté et ont alors de l'agitation convulsive des quatre membres et des mâchoires; en même temps les mouvements respiratoires sont ralentis et la mort a lieu un quart d'heure environ après l'injection sous-cutanée de salicylate.

» Chez le chien, 8 grammes de salicylate pur ont déterminé un peu d'engourdissement général, puis, pendant six ou huit heures, des vomissements répétés, sanguinolents quelquefois. Ce fait expérimental est confirmé par l'observation clinique. Nous avons, en effet, connaissance d'un cas de rhumatisme chronique pour le traitement duquel on avait prescrit une dose exagérée de salicylate de soude. La malade prit la potion dans les vingt-quatre heures et eut ensuite des vomissements incoërcibles pendant trois jours consécutifs.

» 2. Le premier effet du salicylate de soude paraît être d'affaiblir les mouvements spontanés et la sensibilité générale en vertu d'une action sur l'encéphale.

» 3. Les mouvements réflexes disparaissent ensuite, le salicylate de soude ayant la vertu de diminuer et d'abolir les propriétés réflexes de la substance nerveuse grise bulbo-médullaire. Chez les grenouilles au moins, le salicylate de soude, comme toutes les substances qui paralysent l'axe gris bulbo-médullaire, manifeste d'abord son action par des effets hypersthénisants de peu de durée; les effets hyposthénisants apparaissent ensuite.

» 4. Les propriétés des nerfs centripètes ne paraissent pas modifiées avant celles des nerfs centrifuges.

» 5. L'excito-motricité des nerfs centrifuges subsiste encore alors que les mouvements réflexes ont entièrement cessé.

» 6. La contractilité musculaire est abolie plus tard que l'excito-motricité des nerfs.

» 7. Les mouvements respiratoires, puis les battements cardiaques sont ralentis et ensuite abolis. Ceux-ci persistent les derniers; chez les grenouilles,

le cœur a continué de battre alors que toute trace de contractilité musculaire avait disparu.

» Le salicylate de soude ne saurait donc être considéré comme un poison du cœur, ni comme un poison musculaire. Il ne paraît pas influencer, d'une manière spéciale, le système nerveux périphérique et particulièrement les fibres nerveuses sensibles. Il agit certainement sur le système nerveux central, sans doute sur la substance grise encéphalo-médullaire.

» Ce mode d'action du salicylate de soude fournit une explication rationnelle de l'affaiblissement primordial de la sensibilité générale qui est la conséquencé de l'injection sous-cutanée du médicament salicylé. En effet, le salicylate de soude, en diminuant les propriétés de la substance grise centrale encéphalo-médullaire, affaiblit nécessairement les impressions qui sont transmises à cette substance par les fibres nerveuses sensibles.

» Si l'on transporte cette donnée physiologique sur le terrain de la clinique, on comprend la diminution remarquable de la douleur qui se produit sous l'influence du salicylate de soude dans le rhumatisme articulaire ou dans les accès de goutte. Les irritations des extrémités des nerfs sensibles dans les articles malades n'impressionnent plus alors la substance grise nerveuse centrale encéphalique. De là la diminution de la sensibilité à la douleur, l'analgésie constatée chez les rhumatisants et les goutteux traités par le salicylate de soude et sur laquelle M. G. Sée a spécialement appelé l'attention. Quant à l'action locale du salicylate de soude sur les dépôts tophacés des articulations, elle échappe à l'analyse physiologique, les expériences ne pouvant être faites que sur des animaux dont les articulations sont dans l'état normal. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un bolide aperçu à Boën (Loire), le 11 septembre, et sur une secousse de tremblement de terre constatée le 12 septembre.* Note de **M. V. Duram.**

« Le mardi 11 septembre, j'ai observé à Boën (Loire), vers 7^h45^m du soir, un bolide d'un éclat extraordinaire, dans la région orientale du ciel. Ce bolide était peu élevé au-dessus de l'horizon; sa trajectoire, sensiblement courbe et marquée par une traînée lumineuse, rappelait celle d'un obus. Sa direction était du nord au sud. Un léger bruit, comparable à celui d'une fusée, a accompagné l'apparition de ce météore. Ce bruit a été très-distinctement perçu par une autre personne placée à côté de moi.

» Le lendemain, 12 septembre, à 6^h52^m, temps vrai, une secousse de tremblement de terre s'est produite ici et dans les environs. Elle a été accompagnée d'un bruit sourd, mais assez fort, semblable à celui d'un lourd maillet tombant sur un coin à fendre le bois.

Ce bruit s'est prolongé pendant quelques secondes, en rappelant celui d'une voiture sur le pavé, ou le roulement lointain du tonnerre, et a paru s'évanouir dans la direction du sud.

» Dans plusieurs maisons, la vaisselle s'est entrechoquée. Une porte ouverte s'est refermée avec fracas. Une personne couchée dans un lit placé le long d'un mur dirigé de l'est à l'ouest a senti le mur s'élancer vers elle. Un de mes amis, debout devant sa table de toilette, à la Bergère, près de Thiers (Puy-de-Dôme), a vu le liquide contenu dans son pot à eau, d'ailleurs plein jusqu'au bord, se déverser dans sa cuvette. Au moment de la secousse, M. le curé d'Ailleu était à l'autel. Toutes les vitres de l'église ont tinté; les chandeliers placés sur l'autel ont rendu un son métallique, mais sans éprouver de glissement appréciable. M. le curé en a conclu que la secousse a eu lieu dans le sens vertical. On ne signale aucun accident. »

M. Faye signale à l'attention de l'Académie un Mémoire que vient de publier M. *P. de Saint-Robert*, « Sur le mouvement sphérique du pendule, en ayant égard à la résistance de l'air et à la rotation de la Terre ».

L'auteur démontre que, si un pendule oscille dans l'air en s'écartant très-peu de la verticale, la projection de son centre d'oscillation décrit une spirale dans le sens du mouvement diurne, pendant que cette spirale tourne elle-même autour de la verticale avec une vitesse angulaire égale et contraire à la vitesse de la Terre rapportée à la même verticale. Il fait voir, en outre, que cette spirale peut être regardée comme la projection orthogonale d'une spirale équiangle située dans un plan incliné à l'horizon. Le Mémoire se termine par une application des formules trouvées aux expériences faites à Rome par le P. Secchi le 10 mai 1851.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

ERRATA.

(Séance du 30 juillet 1877.)

Page 277, ligne 20, *au lieu de* éléments, *lisez* équivalents.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 SEPTEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

A l'ouverture de la séance, M. le Président annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire, hier, 23 septembre, dans la personne de M. Le Verrier.

M. le Président donne lecture de la L ttre suivante, qu'il a reçue de M. Tresca :

Lettre de M. Tresca.

« Paris, le 23 septembre 1877.

» Monsieur le Président et cher confrère,

» Je viens, au nom de Madame Le Verrier et de sa famille, vous faire part du terrible malheur qui les frappe en même temps que nous. Notre illustre confrère a succombé ce matin, à 7 heures, à la maladie qui le tenait, depuis près de six mois, éloigné de nos séances, sans qu'il cessât, jusqu'à ses derniers moments, de s'intéresser et de participer aux travaux de l'Académie.

» Le pays et la Science perdent en lui une de leurs gloires, et j'obéis aux dernières préoccupations que j'ai recueillies auprès du grand astronome, en vous informant que, grâce aux soins de M. Gaillot, qui n'a cessé d'y apporter la plus dévouée collaboration, j'aurai à offrir à l'Académie le

travail qui complète définitivement la théorie des mouvements de tout notre système planétaire, la grande œuvre de M. Le Verrier.

» Recevez, Monsieur le Président et cher confrère, l'assurance de mes sentiments dévoués.

H. TRESCA. »

A la suite de cette lecture, et d'après le vœu exprimé par le Bureau, M. le Président déclare la séance levée.

Les obsèques de M. Le Verrier ont été célébrées à l'église Saint-Jacques-du-Haut-Pas le mardi 25 septembre à midi, avec une grande solennité.

Les cordons du poêle étaient tenus par MM. Peligot, Président de l'Académie; Dumas, Vice-Président du Conseil supérieur de l'Instruction publique; Fizeau, Vice-Président de l'Académie et membre du Conseil scientifique de l'Observatoire; Faye, Président du Bureau des Longitudes; le commandant Mouchez, Membre de la Section d'Astronomie; Hind, directeur de l'Observatoire de Cambridge; le général baron Wrede, de l'Académie de Stockholm; général Morin, Vice-Président de l'Association scientifique.

Le Maréchal, Président de la République, s'était fait représenter par un de ses officiers d'ordonnance, M. de Lapanouze.

Une députation de l'École Polytechnique, à la tête de laquelle se trouvait le colonel commandant en second, et une assistance nombreuse et recueillie ont accompagné le convoi jusqu'au cimetière du Montparnasse, où ont été prononcés les discours qui suivent :

Discours de M. **DUMAS**.

« Messieurs,

» M. le Ministre de l'Instruction publique a voulu que l'Université et le pays, représentés dans cette cruelle cérémonie par le Vice-Président du Conseil supérieur de l'Instruction publique, fissent entendre auprès de cette tombe illustre l'expression de leur douleur.

» Toutes les nations civilisées, dont les plus nobles délégués sont venus se mêler à ce triste cortége, s'associeront à notre deuil. M. Le Verrier n'appartenait pas seulement à la France : son nom était connu du monde entier. Ses travaux, dirigeant la marche de tous les Observatoires et servant à régler la course de tous les navigateurs, en avaient fait la personnification

même de l'Astronomie. Aucun de ces suffrages lointains et enviés, qui servent de prélude au jugement de la postérité, ne lui a fait défaut, et l'étranger, si nous l'avions méconnu, se serait chargé de nous apprendre la haute valeur de ses travaux.

» M. Le Verrier était fils de ses œuvres. Il avait connu toutes les luttes. Élève brillant de l'École Polytechnique, il n'avait fait qu'apparaître dans les services publics. Voué de bonne heure au culte de la science pure, il fut bientôt rappelé à l'École comme répétiteur.

» L'héritage de Laplace était libre; il en prit hardiment possession. Il mit en évidence les conditions de stabilité générale du système solaire par la discussion approfondie des lois qui président aux mouvements de Jupiter, de Saturne et d'Uranus, et chacun comprit, à ce début large et même hautain, si l'on remonte au temps et si l'on tient compte du milieu, qu'un grand astronome venait de se révéler. L'Académie s'empressa d'adopter M. Le Verrier.

» Presque aussitôt, il donnait au monde la démonstration la plus éclatante du pouvoir de la Science. La dernière planète de notre système, Uranus, éprouvait dans sa marche des irrégularités que la théorie n'avait pas prévues et qu'elle ne parvenait point à expliquer. Le système conçu par Newton, jusque-là victorieux de toutes les objections, allait-il se montrer impuissant et en défaut, aux dernières limites de notre système solaire?

» M. Le Verrier ne le pensa point. Acceptant avec un ferme bon sens les lois de l'attraction comme vraies, il en poursuivit toutes les conséquences. C'est ainsi que, par une analyse admirable et convaincue, il découvrit dans l'espace une planète inconnue; qu'il la pesa, comme s'il l'eût tenue dans ses mains; qu'il marqua dans les cieux sa route et la position qu'elle devait occuper le 1er janvier 1847, comme s'il en eût lui-même dirigé le char.

» On sait comment cet astre fut trouvé par le télescope dans le firmament, à la place même que lui avait assignée l'Analyse mathématique.

» L'émotion fut universelle. Mais Le Verrier ne grandit pas seul : ses confrères, ses émules, les savants de tous les pays grandirent avec lui. Il faut le reconnaître et le proclamer à sa gloire, la confiance publique dans les forces de la Science s'éleva, dès ce moment, à un niveau qu'elle n'avait peut-être jamais atteint. Le jeune astronome, qui par le seul effort de sa pensée découvrait une planète inconnue, la dernière du système, perdue dans l'immensité, à une distance du Soleil trente fois plus considérable

que celle qui en sépare la Terre, devint tout à coup populaire. Par une exception sans exemple, mais que tout motivait, l'astre nouveau lui fut dédié, et si plus tard son nom, d'abord inscrit avec justice dans les confins de notre ciel, fut remplacé par celui de Neptune, ce fut pour obéir à d'antiques traditions.

» Il semble que dès ce moment M. Le Verrier se soit dévoué à perfectionner, à compléter l'œuvre de Newton, en s'appuyant sur l'œuvre de Laplace. C'est ainsi que par un travail persévérant, poursuivi pendant trente années sous nos yeux et dont rien n'a jamais pu le détourner, il nous a donné successivement le code définitif et complet des calculs astronomiques, les Tables du mouvement apparent du Soleil, la théorie et les Tables des planètes tant intérieures qu'extérieures, embrassant ainsi le système solaire dans son ensemble, écrivant le dernier mot de la dernière page de son œuvre immortelle à la dernière heure de sa vie et murmurant pieusement alors : *Nunc dimittis servum tuum, Domine.*

» M. Le Verrier regardait, en effet, le ciel comme un domaine dont il aurait eu la garde et dont il aurait été appelé à proclamer l'ordre et la beauté. Intendant fidèle, il tenait à constater que tout y était à sa place, et il n'a cessé de vivre qu'après en avoir acquis la certitude. Le monument qu'il a élevé laisse de côté les altérations physiques des astres; il ne s'occupe que des lois qui règlent leur marche dans l'espace. Il affirme la stabilité mécanique du système solaire, et, après avoir servi à diriger tous les calculs astronomiques de nos contemporains, il pourra pendant des siècles encore rendre le même office à leurs successeurs.

» Une puissance d'abstraction vraiment extraordinaire, une géométrie souple et pénétrante, aidée de toutes les ressources du Calcul infinitésimal, lui ont permis de conduire à son terme cette œuvre immense qui semblait exiger l'effort d'une Académie tout entière.

» Il ne laisse pas d'autre héritage; mais sa gloire n'est pas de celles qu'une nation méconnaisse et répudie.

» M. Le Verrier appartenait à cette grande famille des Copernic, des Kepler, des Newton et des Laplace, qui, depuis plus de trois siècles, s'applique à découvrir les lois du système du monde et à nous en faire comprendre la beauté. Nous, qui avons profité de sa gloire, nous garderons le précieux souvenir de ses services, et nous saurons en estimer le prix.

» Témoin affectueux de sa vie, je viens, d'un cœur ému, dire un dernier adieu au confrère illustre, au grand astronome qui portait au plus haut la dignité de l'Académie et l'honneur scientifique de la France. Cette vérité

qu'il avait poursuivie avec tant de passion, pendant son séjour sur la terre, à travers tant d'agitations et de troubles, il la connaît enfin tout entière dans la sérénité de la vie éternelle et dans la paix du tombeau ; nul ne s'est rendu plus digne que lui d'en contempler les splendeurs infinies.

» Adieu, Le Verrier! Adieu! au nom de l'Université et de l'Académie des Sciences, dont vous étiez l'honneur! »

M. J. Bertrand, retenu loin de Paris par des devoirs de famille, s'était empressé de faire parvenir à l'Académie la Lettre suivante :

« Morlaix, le 23 septembre 1877.

» Mon cher confrère,

» Arrivé hier à Morlaix, j'y reçois votre triste dépêche. Il me sera impossible, à mon grand regret, d'assister à la cérémonie de mardi.

» M. Le Verrier occupait dans la Science une place trop haute, la grandeur de ses œuvres est trop connue de ses confrères, pour qu'il soit nécessaire de rappeler à l'Académie toute l'étendue du coup qui la frappe et l'éclat que d'admirables découvertes ont si souvent jeté sur elle.

» Après avoir compté dans son sein Clairaut et d'Alembert, Lagrange et Laplace, l'Académie des Sciences de Paris, grâce aux travaux incessants de M. Le Verrier, pouvait prétendre encore au premier rang dans l'élaboration de la branche la plus parfaite aujourd'hui de la Philosophie naturelle.

» S'élevant sur les traces de ses illustres devanciers et suivant les routes tracées par eux, il a porté l'habileté jusqu'au génie dans l'application de leurs méthodes. Au savoir étendu et profond, à une puissance de travail sans égale, il a joint une sagacité ingénieuse et pleine de ressources, dont les plus admirables succès ont été la juste récompense.

» L'œuvre de Le Verrier restera tout entière. Les esprits élevés et curieux de l'histoire de la Science citeront à jamais ses plus brillantes découvertes comme le triomphe complet et décisif des théories les plus hautes; les astronomes de profession consulteront ses résultats d'ensemble, accessibles à eux seuls, mais indispensables, pendant des siècles peut-être, à leur labeur de chaque jour. Un tel nom est de ceux que le temps doit grandir encore, et l'Académie, justement fière de toutes ses gloires, doit dès aujourd'hui à sa mémoire les hommages les plus respectueux et les plus sincères. »

Discours de M. **Yvon Villarceau**, *au nom des Astronomes de l'Observatoire.*

« Messieurs,

» Le savant illustre, dont la tombe s'ouvre devant nous, fut et restera l'une des gloires de la Science française. L'immortel Laplace avait embrassé, dans sa puissante analyse, tous les phénomènes du monde céleste, connus des astronomes de son époque : l'œuvre de Laplace réclamait de nouveaux développements; Le Verrier entreprit ceux qui intéressent notre système solaire et réussit à les mener à bonne fin : la veille de sa mort, on lui apportait, de l'imprimerie, la dernière feuille du volume où se trouve exposée la théorie de la planète Neptune.

» Ce n'est pas le moment de présenter une analyse des immenses travaux accomplis par notre grand astronome; il sera néanmoins permis au plus ancien de ses collaborateurs de jeter un rapide coup d'œil sur les plus importants de ces travaux.

» Attaché aux manufactures de l'État, à sa sortie de l'École Polytechnique, Le Verrier dut s'occuper de Chimie; mais bientôt son goût prononcé pour les études astronomiques prit le dessus, et Le Verrier ne tarda pas à jeter les bases des grands travaux que sa haute intelligence le destinait à exécuter. Le début fut brillant : un Mémoire sur la détermination des variations séculaires des orbites des planètes, et un autre Mémoire sur la comète périodique de Lexell, disparue à la suite de fortes perturbations, le signalèrent au monde savant, comme un continuateur de l'œuvre de Laplace.

» Dès lors, s'établirent, entre Arago et Le Verrier, des relations qui amenèrent l'une des plus belles découvertes dont l'esprit humain puisse se glorifier.

» La planète Uranus, trouvée par Herschel, à la fin du siècle dernier, possédait, d'après les observations, un mouvement que Bouvard n'avait pu parvenir à concilier avec les théories de la Mécanique céleste. Cet astronome crut pouvoir en conclure l'existence d'une planète inconnue et capable de rendre compte des écarts observés. Le Verrier discuta les travaux de Bouvard et montra que l'insuffisance de ceux-ci n'en justifiait pas la conclusion : il lui fallut reprendre entièrement les calculs de son prédécesseur, et il arriva bientôt à montrer qu'effectivement l'action des planètes connues ne permettait pas d'effacer les apparences anormales du mouve-

ment d'Uranus. Convaincu de l'existence de la planète problématique, Le Verrier entreprit d'en déterminer et la masse et l'orbite.

» La première Communication des résultats obtenus, qui fut faite à l'Académie des Sciences, se heurta à l'incrédulité de plus d'un astronome. Néanmoins Arago engagea ses collaborateurs à des recherches qui n'aboutirent pas, faute de cartes de la région du ciel où se trouvait la planète. Le temps s'écoulait et le terme des recherches utiles approchait : aussi Le Verrier prit-il le parti de communiquer, aux astronomes de Berlin, une suite des positions probables de la planète. Le jour même de la réception de la lettre de Le Verrier, M. Gall et M. d'Arrest, de l'Observatoire de Berlin, dirigèrent une lunette sur la région indiquée : l'astre nouveau se trouvait dans le champ de l'instrument, et l'on put, dès le lendemain, s'assurer, par le mouvement observé dans l'espace de vingt-quatre heures, qu'on avait bien sous les yeux l'astre annoncé par Le Verrier.

» La découverte d'une grande planète ainsi réalisée, à la faveur du calcul, produisit une immense sensation. Elle offrait, en effet, la preuve la plus éclatante de l'exactitude de la théorie de Newton.

» Le nom de Le Verrier devint populaire, et les souverains des nations européennes ne tardèrent pas à offrir à notre compatriote les distinctions honorifiques des ordres les plus élevés.

» En 1854, Le Verrier fut désigné pour succéder à Arago, dans la direction de notre Observatoire national. Étranger à la pratique des observations astronomiques, dont il avait néanmoins fait un si fréquent usage, il fut bientôt mis au courant et conçut le double projet de modifier, en les perfectionnant, les anciens instruments de l'Observatoire et d'en établir de nouveaux qui permissent à la France de rivaliser avec l'étranger. Il entreprit également la réduction des observations antérieures. Les instruments méridiens de Gambey reçurent des perfectionnements importants, et l'on fit disparaître notamment un grave défaut du cercle de cet artiste, défaut qui avait empêché Arago d'en publier les observations. Un excellent équatorial, un grand cercle méridien, de nombreux télescopes furent également établis, et la grande lunette de Lerebours mise en état : le *grand télescope* va subir les épreuves de la réception.

» Des expéditions d'Astronomie géodésique, destinées à perfectionner nos connaissances sur la figure de la Terre, ont nécessité la construction d'instruments transportables, dont la précision égale, si elle ne la dépasse, celle des grands instruments fixes.

» Il serait injuste de ne pas rappeler l'institution du service des avertissements météorologiques, que Le Verrier a installé sur une vaste échelle. Sa grande autorité scientifique était sans doute nécessaire pour réaliser une telle institution; on s'explique ainsi la concentration, dans une main unique, de tout ce qui intéressait alors les astronomes et les météorologistes.

» Les soins que Le Verrier devait consacrer à l'administration de l'Observatoire ne l'empêchèrent pas cependant de poursuivre ses travaux de Mécanique céleste; il a eu, du moins, la grande satisfaction de mettre la dernière main à l'œuvre qu'il avait poursuivie : les théories et les Tables des huit grosses planètes sont publiées ou en cours de publication.

» Un résultat inattendu, de ce grand travail, fut la révélation de l'existence d'une planète intra-mercurielle, produisant, dans le mouvement de Mercure, des perturbations qu'on ne saurait expliquer sans déroger aux lois simples de la Mécanique céleste : la discussion des observations des petites taches circulaires qu'on a vues, sur le disque du Soleil, à diverses reprises, ne peut laisser de doute à cet égard; les prévisions de la théorie ne manqueront pas d'être confirmées par les observations décisives qui seront faites ultérieurement. La Science sera ainsi redevable au grand astronome que la mort vient de frapper des deux planètes qui commencent et finissent la série de ces astres.

» Dans ses laborieuses recherches, Le Verrier a, pour ainsi dire, épuisé les méthodes en usage; il en a tiré tout ce qu'elles pouvaient pratiquement fournir d'utilisable. Pour faire un pas de plus, ses successeurs devront, sans doute, recourir à d'autres méthodes.

» La vie de Le Verrier fut presque entièrement consacrée à la Science astronomique : la postérité maintiendra son nom à côté de ceux de Newton et de Laplace. Le plus grand honneur que l'on puisse faire à sa mémoire sera de contribuer, comme il l'a fait, à l'avancement de la Mécanique céleste et au perfectionnement des instruments et des méthodes d'observation : je crois être l'organe de mes collègues de l'Observatoire en affirmant que tel est leur plus vif désir.

» En voyant se continuer les traditions scientifiques que Le Verrier nous a laissées, sa veuve et ses enfants auront au moins la consolation de penser que la mémoire de celui qu'ils viennent de perdre est toujours vivante à l'Observatoire.

» Adieu, grand astronome! adieu! »

Discours de M. **Tresca.**

« Messieurs,

» Au nom du Conseil scientifique de l'Observatoire, prématurément privé de son chef illustre, je veux aussi dire quelques paroles d'adieu à celui dont les grands travaux se sont accomplis dans ce sanctuaire de la science, l'Observatoire d'Arago, déjà illustré par les Cassini, et qu'il a dirigé pendant plus de vingt ans; à celui dont une voix autorisée s'écriait, dans l'émotion que lui causait la première nouvelle de la fin déjà trop certaine que nous pleurons aujourd'hui : Le monde savant, comme l'Académie des Sciences, se trouvera sérieusement amoindri de sa perte.

» C'est qu'en effet les sillons qu'il a si vigoureusement tracés dans toutes les branches de l'Astronomie le placent au rang des esprits les plus rares et les plus féconds.

» Aucun de ses contradicteurs eux-mêmes n'aurait désavoué, pendant les ardeurs de la lutte scientifique, qui le trouvait d'ailleurs toujours prêt, cette appréciation populaire, qui est bien loin d'être inexacte : Le plus fort, c'est Le Verrier.

» Au début de sa carrière, il a découvert, par la seule méditation, un monde dont l'observation directe vint bientôt confirmer la réelle existence.

» Il a terminé, presqu'au jour de la mort, la théorie de notre système planétaire, désormais complète, tout au moins complète en ce sens que, dans le cercle de son intimité, il osa dire qu'elle était absolument définitive.

» Il a créé le service des avertissements aux ports, que bénit le marin, celui des dépêches agricoles qui couvrent maintenant toute la France, et qui resteront la base la plus certaine de l'étude, si pleine d'avenir et de résultats imprévus, des grands mouvements de notre atmosphère.

» Né au moment de l'apparition de la célèbre comète de 1811, il quitte la terre en s'ingéniant à fixer la route d'un astre nouveau, de ce Vulcain à peine entrevu, dont il a su cependant relier avec une sérieuse probabilité les fugitives reconnaissances. Nous pouvons dire combien sa peine a été vive de le manquer de quelques jours dans le ciel.

» La voix de son *Bulletin international,* qui nous a servi cette fois à porter partout la triste nouvelle, parlera longtemps encore, et voilà déjà

que la parole du grand astronome est éteinte; mais ses pensées, déposées dans le premier volume des *Annales de l'Observatoire*, qui résume si bien les plus hautes conceptions astronomiques, alimenteront pendant des siècles les méditations de ses successeurs.

» Les représentants de la ville de Paris savent avec quelle sûreté de vues il s'occupait pour eux, et dans ces derniers temps, de l'unification de l'heure dans la grande cité. La solution du problème se trouve réalisée.

» Les savants étrangers qui sont accourus pour lui rendre hommage et auxquels se sont joints les membres de la Commission du Mètre, qui étaient en ce moment réunis, savent aussi toute la sollicitude que M. Le Verrier apportait à cette œuvre d'intérêt général.

» Le savant directeur du *Nautical Almanac*, qui fut souvent son collaborateur, est venu partager notre deuil. Malgré son grand âge, l'astronome royal, l'illustre doyen des astronomes de notre siècle, celui devant les jugements duquel s'inclinent tous les autres, n'a pas voulu que son cœur fût absent.

« Je suis probablement, écrit-il, le plus vieil ami scientifique de M. Le
» Verrier. Son nom m'est connu depuis 1832, je crois, alors qu'il se rendait
» compte de mes études des mouvements de la Terre et de Vénus. Par degrés
» je l'ai mieux connu, spécialement à la suite de son Mémoire de 1846 (*Dé-
» couverte de Neptune*). J'ai appris à apprécier non-seulement sa haute va-
» leur intellectuelle et aussi son grand caractère, et c'est une véritable sa-
» tisfaction pour moi d'avoir possédé sa confiance.
» Un grand homme n'est plus. »

» Voilà le savant qu'il ne m'était pas permis, sans doute, d'apprécier avec la même autorité que mes éminents confrères. Quant à dire quel a été l'homme, j'ai quelque droit d'y prétendre, parce que je l'ai vu de plus près et jusqu'à son dernier souffle, que j'ai pu lire dans son âme qui s'est épanouie aux approches de la mort, et que son cœur m'était ouvert.

» On l'a dit capricieux et difficile; permettez-moi de vous en faire connaître mon vrai sentiment.

» Impatient et brusque pendant l'élaboration de ses spéculations élevées, dont il ne supportait pas d'être distrait, il était au contraire d'un commerce agréable et facile, confiant même, dans toutes les autres circonstances de la vie. La contradiction ouverte de ses opinions ne le heurtait point; il l'acceptait cordialement toutes les fois qu'il était convaincu que la franchise seule y présidait; mais cette naïveté de cœur, qui se traduisait parfois en un abandon plein de charmes, il ne fallait pas qu'elle eût quelque raison

de se croire inquiète. Le Verrier n'était plus alors le même homme : l'abandon faisait place à un éloignement au moins dédaigneux, la confiance à une attitude quelquefois blessante. Il se montrait surtout implacable pour ce qu'il pensait être le faux savoir ou le travail inconscient.

» Ce qu'il appréciait surtout, c'était le dévouement sincère à la Science, et j'estime que personne n'a jamais porté plus haut l'amour de la vérité scientifique, dont il était l'esclave absolu, un peu ombrageux peut-être, difficile souvent et d'une naturelle défiance jusqu'à ce que sa religion fût complétement éclairée. Mais alors, nous le savons, quelle ardeur, quelle puissance de conviction, quelle autorité supérieure dans l'appui décisif qu'il lui apportait.

» Son désintéressement de lui-même était trop complet, et s'il regrettait la situation difficile faite quelquefois aux savants, il regrettait bien plus encore les retards que les nécessités budgétaires créaient aux développements, tout à la fois grandioses et sûrs, dont il avait à cœur de doter l'établissement qu'il dirigeait, et que cependant il laisse considérablement agrandi.

» Le grand télescope, de $1^m,20$ d'ouverture, qu'il voulait absolument inaugurer avant l'Exposition prochaine, la lunette de 15 mètres de long, commencée plus récemment encore, l'organisation non terminée d'un service de photographie sidérale, lui faisaient espérer pour la France une supériorité sérieuse dans les observations astronomiques. Il n'en pourra pas jouir ici-bas, mais le respect dû à sa mémoire doit suffire pour en assurer la pleine réalisation.

» Sa puissante activité intellectuelle devait entrer bientôt dans une période de déclin fatal : la fatigue supportée pendant l'excès d'un dernier travail, véritablement inspiré, devenait, pour sa santé déjà atteinte, trop lourde dans la période de détente qui suivait. La maladie, d'abord lente, s'accusait en une crise aiguë et frappait ce puissant esprit dans les facultés mêmes qui l'avaient élevé si haut. La lutte ne pouvait manquer d'être terrible; huit jours entiers elle s'est prolongée au milieu des soins assidus de sa famille, de l'abnégation amicale de ses médecins et de l'anxiété de tous.

» La fin de ce savant, qui fut illustre avant l'âge, et par laquelle on n'apprendra pas sans émotion, peut-être, que l'étude du ciel et la foi scientifique n'avaient fait que consolider en lui la foi vive du chrétien, c'est là un exemple qui sera donné de bien haut à la conscience publique et à la moralité de notre époque.

» L'homme n'aura été connu pour ce que vraiment il était que quand, au suprême concert de louanges qui s'élève déjà de ces funérailles, on ajoutera avec vérité : Il était peut-être exigeant envers les autres, mais plus exigeant encore envers lui-même, et ce fut un juste. »

Discours de M. FAYE, *au nom du Bureau des Longitudes.*

« Messieurs,

» C'est au nom du Bureau des Longitudes que je viens rendre un premier hommage à la mémoire de notre défunt collègue. M. Le Verrier appartenait au Bureau depuis un tiers de siècle ; il y avait été appelé pour des travaux d'Astronomie théorique où brillaient déjà les fortes qualités qui ont caractérisé plus tard toutes ses productions. Depuis les immortels travaux des grands géomètres qui ont achevé de développer la théorie de l'attraction newtonienne, l'objet principal du Bureau des Longitudes a toujours été de procurer et de maintenir l'accord de cette théorie avec l'observation de plus en plus perfectionnée des astres de notre système, afin qu'on puisse calculer longtemps d'avance, avec la dernière précision, les mouvements des principales planètes. Mais une telle œuvre avait toujours paru bien au-dessus des forces d'un seul homme. Aussi nos prédécesseurs du Bureau des Longitudes, les Delambre, les Bouvard, et en Allemagne les Lindenau et les Bessel s'étaient-ils partagé pour ainsi dire le système solaire. L'un avait pris les planètes inférieures, un autre la Terre, d'autres le groupe des planètes situées au delà de Mars. Leurs Tables numériques, si nécessaires aux astronomes et aux marins furent journellement utilisées par nos calculateurs, jusqu'au jour où les observations en révélèrent les côtés faibles. M. Le Verrier entreprit alors de reviser toutes ces théories à la fois, et d'embrasser dans ses calculs, non pas tel ou tel groupe du monde planétaire, mais ce système tout entier. Il ne s'agissait de rien moins que de rétablir l'ordre et l'harmonie dans un vaste ensemble où des désaccords toujours croissants semblaient menacer les bases mêmes de la Mécanique céleste. Tout le monde sait quel fut le premier fruit de cette entreprise : la découverte de Neptune fut un véritable triomphe; le monde entier la couvrit de ses applaudissements.

» Ajoutons que la carrière de M. Le Verrier a répondu jusqu'au bout à ces brillants débuts ; toujours elle a été féconde et heureuse. D'autres ont dû lutter péniblement contre l'indifférence et l'oubli ; lui a eu le bonheur de rencontrer partout des admirateurs, même parmi ses rivaux.

» Il a eu un plus grand bonheur encore : celui de mener à bonne fin l'œuvre herculéenne qu'il avait entreprise. « La mort, me disait-il, il y a » peu de jours, n'interrompra pas mon œuvre ; je l'ai achevée ; elle est là » tout entière devant moi. » Il aurait pu dire, comme le poëte : *Exegi monumentum ære perennius*, car jamais le monde n'oubliera le savant théoricien qui a reculé pour nous les bornes du monde solaire, l'infatigable astronome qui a construit les Tables des huit grandes planètes, l'organisateur puissant qui a doté la France d'un système d'avertissements des tempêtes imité plus tard dans tous les pays.

» Au nom du Bureau des Longitudes, je vous dis adieu, illustre confrère, et devant votre dépouille mortelle je déplore la fin prématurée qui vous enlève à votre famille, à la Science et au pays que vous avez honoré par vos travaux. »

Discours de M. Janssen.

« Messieurs,

» J'ai la lourde et douloureuse mission de parler au nom de la Section d'Astronomie dans ce grand deuil.

» La perte que nous faisons est immense. Combien elle dépasse l'enceinte de notre Compagnie et les frontières mêmes de notre pays! Le nom et les travaux de M. Le Verrier sont répandus dans le monde entier. Il avait placé l'Astronomie théorique française au premier rang parmi les nations savantes.

» Les puissantes facilités de notre confrère pour les calculs de la Mécanique céleste se sont révélées chez lui de bonne heure. Sorti de l'École Polytechnique dans un bon rang, il y rentrait bientôt comme répétiteur, et commençait aussitôt cette magnifique suite de travaux qui devaient embrasser successivement la révision de toutes les théories planétaires de notre système, lui procurer chemin faisant de si éclatants triomphes, et enfin lui assurer, toute sa vie, une supériorité incontestée parmi les plus grands astronomes de son temps. Ses débuts marquent bien la hardiesse naturelle de son caractère et le sentiment précoce qu'il avait de sa force. Il s'attaque en effet, pour premier travail, à l'une des questions les plus difficiles de la Mécanique céleste, celle qui concerne la stabilité du système solaire. Newton, après avoir posé la grande loi de gravitation qui régit les mouvements planétaires, s'était demandé si ce principe même ne deviendrait pas, à la longue, une cause fatale de perturbations. Le grand géomètre pensait que les attractions des diverses planètes les unes sur les autres pourraient altérer

graduellement la forme et la grandeur des orbites, et amener finalement la destruction du système planétaire. Vous savez, Messieurs, comment cette grande question philosophique, qui intéresse l'avenir même de notre Terre, fut l'objet de longs et admirables travaux de la part des géomètres qui formèrent la postérité de l'immortel anglais. Laplace, Lagrange, Poisson furent ceux qui obtinrent les plus beaux résultats. Ces résultats montraient que nous devons être rassurés sur l'avenir qui est réservé au système dont nous faisons partie, mais il restait encore des doutes à lever, et d'importants perfectionnements à apporter à la théorie.

» Telle fut la question que notre jeune géomètre attaqua résolûment. Il la reprit tout entière, combla d'importantes lacunes, et poussa surtout les calculs beaucoup plus loin qu'on ne l'avait fait avant lui. Ses conclusions affirment encore d'une manière plus générale et plus complète la stabilité du système du monde ; mais il faut bien remarquer, Messieurs, que cette théorie ne considère que les seules actions de la gravité. Pour résoudre d'une manière complète et définitive cette grande question de Philosophie naturelle, il faudrait considérer l'ensemble de toutes les forces (elles sont loin de nous être toutes connues) qui interviennent dans la question. Je pense qu'on serait alors conduit à modifier beaucoup ces conclusions.

» Quoi qu'il en soit, ce remarquable début mit le jeune géomètre en évidence, et lui valut de hautes bienveillances scientifiques. Celle d'Arago fut pour lui la plus glorieuse et la plus utile. Avec cette générosité, qui était un des traits naturels de son caractère, le grand astronome physicien voulut assurer le développement complet d'un talent qui s'annonçait d'une manière si éclatante, et, pour lui fournir une occasion de se signaler par un travail aussi utile que difficile, il lui proposa de perfectionner la théorie de Mercure, réputée alors une des plus obscures et des plus épineuses du système.

» La théorie de Mercure fut reprise et grandement perfectionnée. Après la théorie, notre confrère publia la Table de la planète. Mais ce travail, malgré tout le talent déployé par l'auteur, n'était pas complétement satisfaisant au point de vue de l'accord de la théorie avec l'observation. M. Le Verrier le reprit beaucoup plus tard. Conduit alors à augmenter de deux tiers de minute environ le mouvement séculaire du périhélie de la planète, il put alors représenter les observations d'une manière tout à fait satisfaisante.

» Les Tables de Mercure ainsi corrigées parurent en 1859.

» Peu de temps après ce premier travail sur Mercure, nous trouvons

M. Le Verrier occupé d'un sujet qui fixait alors l'attention des astronomes; je veux parler de la théorie des comètes. Il donna une théorie de la comète de 1770 et un premier travail sur celle de 1843. De si importants travaux, se succédant avec cette rapidité, annonçaient un talent tout à fait supérieur; aussi, la mort du comte Cassini laissant une vacance dans la Section d'Astronomie, M. Le Verrier y fut élu. Cette élection date du 19 janvier 1846.

» Nous touchons ici, Messieurs, au souvenir d'une grande gloire nationale, et à l'époque la plus brillante de la carrière scientifique de M. Le Verrier.

» Le succès obtenu sur Mercure encourageait notre auteur à aborder une théorie plus difficile encore. Il s'agissait de la planète Uranus, cette belle découverte d'Herschel, planète qui est située aux extrémités de notre système, et dont la théorie était alors absolument impuissante à représenter les mouvements. Sur la vive recommandation d'Arago, M. Le Verrier entreprit ce travail. En outre des documents publiés, M. Le Verrier put disposer d'observations inédites de la planète faites à Paris, que le Directeur de l'Observatoire lui confia. Ajoutons que, par ses conseils, son appui, le rôle qu'il joua dans la grande découverte qui va nous occuper, Arago mérite une part dans notre reconnaissance.

» M. Le Verrier aborda donc la théorie d'Uranus. Devenu maître par ses grands travaux antérieurs, notre géomètre pousse ce nouveau travail avec une sûreté, une sagacité, une puissance de calcul, une célérité incomparables. Il semble avoir le pressentiment secret qu'un grand résultat va être atteint, qu'un autre court la même carrière, et qu'il faut se hâter.

» Dès les premiers pas, M. Le Verrier reconnaît l'accord impossible entre la théorie et les observations, en ne tenant compte que des perturbations des planètes voisines connues, Saturne et Jupiter, et la recherche des éléments du corps troublant inconnu est aussitôt entreprise. Alors l'Académie voit se succéder coup sur coup une série de Mémoires où les éléments de l'astre nouveau sont successivement abordés et fixés. Ici, Messieurs, que dirai-je qui ne soit connu du monde entier? Vous savez comment M. Le Verrier eut alors un bonheur qui ne fut jamais mieux mérité; vous savez comment la recherche de l'astre signalé ainsi par la théorie exigeait une carte très-détaillée de la région où il devait se montrer; vous savez que cette carte n'existait pas en France, mais que, par une fortune singulière, elle venait d'être construite à Berlin, en sorte que M. Gall, au reçu de la lettre de M. Le Verrier, put faire immédiatement la recherche

et constata en effet la planète en un point du ciel à moins d'un degré de celui assigné par la théorie pour le 1er janvier suivant. Le lendemain, le mouvement propre était constaté et la découverte définitivement acquise.

» Qui ne connaît l'explosion d'admiration universelle qui éclata alors? Le nom de M. Le Verrier était dans toutes les bouches, car cette découverte, magnifique triomphe de la théorie pour les astronomes, paraissait incompréhensible et absolument merveilleuse aux personnes étrangères aux calculs astronomiques. Cependant, au concert de louanges de la foule se mêlait l'expression de l'admiration plus flatteuse encore des Sociétés savantes et des maîtres de la Science. M. Encke écrivait à M. Le Verrier : « Votre nom sera à jamais lié à la plus éclatante preuve de l'attraction universelle qu'on puisse imaginer. »

» M. Schumacher lui disait encore : « Quoique vous sachiez par Encke » que votre planète a été trouvée presque précisément à la place et dans » les circonstances que vous aviez prédites (le diamètre même étant de 3 se» condes), je ne peux résister au penchant de mon cœur en vous transmet» tant, sans retard, mes félicitations les plus sincères pour votre brillante » découverte. C'est le plus noble triomphe de la théorie que je connaisse. »

» A ces témoignages se joignaient des distinctions des Académies et des souverains venant de presque toutes les parties du monde. En France, M. Le Verrier était nommé officier de la Légion d'honneur, et M. de Salvandy faisait dresser solennellement son buste. Le roi lui donnait des marques particulières de son estime. C'est ainsi, Messieurs, que M. Le Verrier recevait de tous côtés les témoignages d'une admiration bien méritée, mais bien faite aussi pour enivrer le caractère le plus solide, l'âme la plus forte.

» Cependant, Messieurs, la découverte de Neptune ne devait pas échapper à la règle générale; après sa période de louanges, elle eut sa période de contestations et de critiques.

» Je laisse comme à dédaigner, pour la mémoire de notre confrère, les critiques malveillantes et passionnées dont sa découverte fut l'objet. Mais je dois dire un mot de l'illustre mathématicien anglais qui, dans cette circonstance, courut la même carrière que notre confrère. M. Adams, en s'occupant de la théorie d'Uranus, était conduit à des résultats aussi approchés que ceux de M. Le Verrier.

» Mais c'est ici qu'éclate l'opposition des caractères et des genres de talent. Tandis que M. Le Verrier, entré plus tard dans la carrière, procède avec la sûreté, la rapidité, je dirai presque l'audace que nous avons con-

statées, M. Adams revoyait soigneusement son travail. Il en confiait les résultats au professeur Challis et à M. Airy, recevait des objections, des observations qui le conduisaient, par un désir très-élevé de ne donner au public qu'un travail irréprochable, à des retouches qui retardaient toujours la publication. C'est ainsi que le savant anglais fut surpris par l'allure rapide du savant français.

» La question de mérite peut bien être balancée entre ces émules éminents, mais la priorité de découverte appartient sans conteste à M. Le Verrier.

» Messieurs, la découverte de Neptune, quelque brillante qu'elle fût, n'était qu'un incident dans l'œuvre de M. Le Verrier. J'ai dit qu'il avait de bonne heure formé la ferme résolution de refaire toute la théorie de notre système planétaire. Avec sa vie, nous voyons se dérouler l'exécution de ce plan immense. Vénus, la Terre (c'est-à-dire la théorie des mouvements apparents du Soleil), Mars, sont successivement abordés.

» Mais la santé de notre confrère déclinait rapidement pendant ces dernières années, et l'œuvre pouvait être compromise; il restait la théorie et les Tables des planètes supérieures. Heureusement la force morale chez M. Le Verrier a su maîtriser ce corps qui l'abandonnait et le forcer à servir l'esprit jusqu'au but qu'il s'était proposé.

» M. Le Verrier ne descend dans la tombe qu'après l'entier achèvement de son œuvre.

» Cette œuvre, Messieurs, est bien grande. Elle place le nom de Le Verrier parmi cette brillante postérité du grand Newton, les Clairaut, les Euler, les d'Alembert, les Lagrange, les Laplace, les Poisson.

» Messieurs, est-ce que l'œuvre de M. Le Verrier qui embrasse la révision complète du système du monde ne semble pas marquer la fin d'une période scientifique? N'est-il pas remarquable que, au moment où notre confrère mettait comme la dernière main à la doctrine de l'attraction, et en tirait les conséquences les plus éloignées, une nouvelle méthode se levait à son tour! La lumière ne semble-t-elle pas succéder à la gravitation, et, par l'éclat des découvertes qu'elle nous prodigue, ne nous invite-t-elle pas à lui demander désormais les grands progrès que nous voudrons faire sur la constitution de l'Univers?

» Quoi qu'il en soit, la France s'honorera toujours d'avoir produit en Le Verrier l'un des plus grands savants du siècle.

» Pour nous, Messieurs, en face de cette tombe, oublions que plusieurs

d'entre nous ont été mêlés avec notre confrère aux luttes et aux compétitions de la vie; devançons les sentiments de la postérité qui s'ouvre en ce moment pour M. Le Verrier, et au dernier adieu que nous lui donnons, mêlons d'un cœur sincère les hommages et les regrets qu'on doit à tous ceux qui ont illustré leur pays. »

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er OCTOBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *De l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les bourgeons de* Lysimachia *et de* Ruta ; par M. A. TRÉCUL.

« LYSIMACHIA. — Dans deux précédentes Communications, j'ai dit: 1° que les feuilles de l'*Anagallis arvensis* et celles des bourgeons les plus actifs des *Primula* cités m'ont fait voir que le premier vaisseau de la nervure médiane naît dans la lame; que, s'allongeant ensuite par en haut et par en bas, il descend dans le pétiole, puis dans l'axe du bourgeon; 2° que, dans des bourgeons moins vigoureux des *Primula*, on trouve à la fois un vaisseau qui descend de la feuille et d'autres vaisseaux qui montent de l'insertion du bourgeon; 3° que, dans les bourgeons les moins actifs, où c'est surtout la base qui végète, les vaisseaux naissent d'abord au lieu d'insertion du bourgeon, montent dans l'axe de celui-ci et entrent ensuite dans les feuilles.

» Des *Lysimachia* m'ont offert des faits non pas identiques, mais analogues.

» Dans certains bourgeons axillaires du *Lysimachia* (*Steironema*) *ciliata*, le premier vaisseau des deux premières feuilles, hautes d'environ 1 milli-

mètre, et insérées l'une à droite, l'autre à gauche, dans l'aisselle de la feuille axillante, commençait dans la moitié inférieure de la nervure médiane. Les plus courts de ces vaisseaux étaient situés un peu au-dessous du milieu de la hauteur de la feuille; d'autres, plus longs, occupaient presque toute la hauteur de cette moitié inférieure, dans d'autres feuilles, bien entendu; mais ils n'arrivaient pas dans l'axe du bourgeon.

» Dans des bourgeons moins vigoureux, hauts de $0^{mm},80$ à $1^{mm},05$, il y avait aussi un vaisseau, libre par ses deux bouts, dans la moitié inférieure de la feuille; mais, en outre, il existait, près de chaque côté de la gouttière vasculaire de la feuille axillante, un vaisseau basilaire qui, dans quelques cas, n'atteignait pas encore l'axe libre du bourgeon, et qui, dans d'autres cas, montait dans cet axe libre, mais n'arrivait pas encore dans la feuille. Quelquefois le vaisseau basilaire existait seul, celui de l'intérieur de la feuille n'étant pas encore né. Enfin, dans d'autres bourgeons plus avancés, le vaisseau basilaire avait rejoint le vaisseau né dans la feuille même, et les deux n'en faisaient plus qu'un pouvant s'élever jusqu'au haut de la nervure médiane.

» Dans le *Lysimachia nummularia* je n'ai trouvé que dans bien peu de bourgeons le premier vaisseau commençant dans la feuille. Une telle feuille n'avait que $0^{mm},30$ de hauteur. Dans la très-grande majorité des cas, le premier vaisseau de chacune des deux premières feuilles des bourgeons axillaires naît dans l'aisselle même de la feuille axillante. Il y a donc là, de chaque côté, au-dessous du bourgeon, un petit vaisseau qui s'élève peu à peu, monte dans l'axe, puis dans la jeune feuille placée au-dessus. Quelquefois on trouve un état intermédiaire entre les deux cas précédents, c'est-à-dire que, pendant qu'un vaisseau monte de l'aisselle de la feuille axillante dans l'axe du bourgeon, une série de cellules vasculaires naît isolée dans la lame et se réunit ensuite au vaisseau qui monte.

» Dans les bourgeons axillaires du *Lysimachia vulgaris*, le lieu de naissance du premier vaisseau est très-souvent notablement différent. Au lieu de commencer dans la feuille, ou très-bas, tout près du faisceau de la feuille axillante (ce qui arrive quelquefois, néanmoins, dans des bourgeons moins actifs), il débute plus haut, à la base de l'axe libre du bourgeon, de sorte que ce premier vaisseau a l'une de ses extrémités dans l'axe libre et l'autre dans le tissu d'insertion, c'est-à-dire dans la partie adhérente de ce bourgeon. Ce vaisseau, croissant ensuite par en bas et par en haut, descend à côté du faisceau axillant et monte dans la feuille superposée.

» Les deux premières feuilles du bourgeon étant situées de chaque

côté de la feuille axillante, les deux feuilles de la deuxième paire sont placées dans le plan perpendiculaire à celui des deux précédentes. Leur premier vaisseau naît aussi près de la limite de la partie libre et de la partie adhérente de l'axe, mais il est plongé davantage dans cette dernière; il descend obliquement vers l'un des côtés du faisceau axillant, et monte après dans la feuille placée au-dessus de lui.

» Les rameaux un peu trop avancés du *Bernardina salicifolia* (*L. ephemerum*), que j'ai eus à ma disposition, ne m'ont pas permis de voir naître le premier vaisseau des deux premières feuilles de chaque bourgeon; mais j'ai constaté bon nombre de fois que le premier vaisseau des feuilles de la deuxième paire naît libre par ses deux bouts, exactement à la limite de la partie libre et de la partie adhérente de l'axe du bourgeon. Ce vaisseau descend ensuite vers l'un des côtés du faisceau axillant, tout en s'élevant dans la feuille à laquelle il est destiné. Cette nervure médiane s'insère donc d'abord d'un seul côté de l'aisselle, mais un peu plus tard une autre branche vasculaire se forme de l'autre côté, et donne lieu à une fourche renversée, mais plus courte que celle que j'ai signalée dans l'*Anagallis;* une telle fourche renversée, bien plus allongée et plus étroite, existe aussi dans le *Lysimachia nummularia.* Il est probable qu'il en est de même dans le *Lysimachia vulgaris;* mais le défaut de matériaux convenables ne m'a pas permis de m'en assurer. Cette fourche est plus tard masquée par des vaisseaux qui la couvrent.

L'insertion des feuilles est autre dans le *Lysimachia* (*Steironema*) *ciliata.* Chaque feuille est fixée sur la tige par trois faisceaux : le médian correspond à un angle aigu du losange que présente là la section transversale de la tige ; chaque faisceau latéral est uni par sa base au latéral correspondant de la feuille opposée, et leur faisceau basilaire commun correspond à un angle obtus du losange. J'ai vu le premier faisceau de la nervure médiane commençant dans la moitié inférieure de la feuille et se prolongeant seulement un peu dans l'axe. Plus tard il se trouve uni au faisceau sous-jacent, et il atteint par en haut le sommet de la feuille. Ce n'est que dans des feuilles un peu plus âgées que l'on trouve les vaisseaux latéraux basilaires; ils montent de leur point d'insertion dans les côtés de la feuille et vont se relier aux nervures pinnées inférieures, quand elles se sont développées.

Les nervures pinnées principales apparaissent plus ou moins régulièrement du haut en bas de la feuille dans les *Lysimachia* nommés. C'est surtout dans le *Bernardina salicifolia*, où ces nervures sont beaucoup plus nom-

breuses, qu'elles naissent du sommet à la base avec plus de régularité. Le développement des nervures supérieures présente quelque différence chez les espèces citées ; toutefois ces différences mêmes peuvent se rencontrer dans des feuilles de la même espèce. Voici ce qui a lieu.

Toujours la nervure médiane se renfle au sommet. De ce renflement naît d'ordinaire de chaque côté, chez les *Lysimachia vulgaris* et *nummularia*, un faisceau qui descend plus ou moins loin le long du bord correspondant de la lame, après quoi il s'incline vers la nervure médiane, qu'il rejoint directement ou par l'intermédiaire d'un rameau qui vient au-devant de lui; tandis qu'une branche vasculaire continue de suivre le bord de la feuille; mais bientôt ce développement descendant s'arrête et les nervures marginales ne sont plus constituées que par les extrémités des nervures pinnées qui, se courbant près de leur extrémité supérieure, vont s'ajouter à la nervure marginale, ainsi successivement prolongée de haut en bas.

Dans les *Bernardina salicifolia, Lysimachia* (*Steironema*) *ciliata* et même parfois dans le *L. nummularia,* un nombre variable de nervures pinnées se développent avant que la nervure marginale ait commencé à la partie supérieure de la feuille; alors cette nervure marginale peut être formée tout entière par l'addition des nervures inférieures aux supérieures, comme il vient d'être dit.

» Après que les nervures principales sont nées, il en apparaît de plus grêles entre elles, et celles-ci complètent le réseau vasculaire, qui s'accroît même encore en dehors de la nervure marginale que je viens de mentionner.

» RUTA. — J'ai dit, en 1853, dans mon *Mémoire sur la formation des feuilles,* que celle du *Ruta graveolens* appartient au type *basifuge,* c'est-à-dire dont les lobes ou folioles apparaissent de bas en haut, tandis que la feuille du *Melianthus major* appartient au type *basipète.* Si l'on s'en rapportait à l'aspect des feuilles externes des bourgeons stationnaires du *Melianthus,* on pourrait croire que cette plante se range aussi dans le type *basifuge;* on peut y trouver, en effet, les folioles inférieures plus grandes que les supérieures. C'est que, ainsi que je l'ai fait observer déjà, dans les bourgeons qui ne s'allongent pas, la végétation est plus active en bas; cependant, si l'on étudie les feuilles internes des mêmes bourgeons, on trouve que les plus jeunes ont les lobes supérieurs les plus développés. Pour juger la question, il faut avoir recours à des bourgeons très-actifs. J'ai fait plusieurs fois la vérification. Je l'ai encore renouvelée cette année, au printemps et au mois de septembre, sur des pousses vigoureuses. Aucun

doute ne peut subsister: ce sont bien les folioles ou lobes supérieurs qui naissent d'abord.

» Cela dit, je reviens à mon sujet, le développement des vaisseaux dans les feuilles du *Ruta*. Je signale le *Ruta divaricata* de préférence au *Ruta graveolens*, parce que, dans la plante que j'ai eue à ma disposition, les bourgeons étaient plus vigoureux et plus faciles à étudier. Des trois faisceaux que reçoit la feuille, c'est le médian qui apparaît le premier. Il commence dans l'axe, à quelque distance au-dessous de la feuille. Voici des exemples. Sous la quatrième feuille d'un bourgeon axillaire, haute de $0^{mm},30$ et ne présentant de chaque côté que deux lobes, il y avait dans l'axe un vaisseau libre par ses deux bouts; il n'entrait pas encore dans la feuille, près de la base de laquelle il arrivait cependant, mais il descendait déjà à $0^{mm},95$ au-dessous, à côté du faisceau médian de la feuille axillante. Sous la troisième feuille du même bourgeon, haute de $0^{mm},35$, le premier vaisseau montait déjà dans le pétiole et descendait dans l'axe à $1^{mm},20$ au-dessous de la base de cette feuille. Sous une autre feuille d'un autre bourgeon, haute de $0^{mm},45$, le premier vaisseau, qui n'arrivait pas dans cette feuille, descendait dans l'axe à $1^{mm},25$ au-dessous de celle-ci. Le premier vaisseau d'une autre feuille haute de $0^{mm},55$ montait en elle jusqu'au niveau du lobe inférieur, et descendait dans l'axe jusqu'à $2^{mm},35$. J'ai vu un vaisseau primordial destiné à la nervure médiane d'une feuille haute de $0^{mm},50$, et qui, sans arriver encore à la base de cette feuille, descendait à $3^{mm},30$ au-dessous de celle-ci, et là il était uni par sa base à un faisceau voisin.

» Ces premiers vaisseaux ou jeunes fascicules vasculaires, s'ils appartiennent à la première ou à la deuxième feuille d'un bourgeon axillaire, descendent entre le faisceau médian de la feuille axillante et le faisceau d'une feuille de même ordre que celle-ci et placée plus haut. Si, au contraire, le premier vaisseau examiné n'est pas celui de la première ou de la deuxième feuille d'un bourgeon, il descend entre le faisceau médian de la feuille axillante et le faisceau de la jeune feuille qui l'a précédé du même côté de ce faisceau médian axillant.

» Ces premiers vaisseaux, en avançant en âge, se doublent d'autres vaisseaux, d'abord dans leur partie la plus vieille. En s'allongeant par en bas, ils finissent par s'unir à un des faisceaux voisins, mais à des distances très-variables. On en trouve qui le font à $1^{mm},50$, à $3^{mm},30$, à $10^{mm},00$ et beaucoup plus bas. Ces vaisseaux descendants se développent quelquefois par fragments distants les uns des autres. Au-dessous d'un tel vaisseau descendant, on en trouve parfois un autre inséré par sa base sur un fais-

ceau adjacent; il semble venir au-devant de celui qui descend; il est dans sa direction, et n'en est quelquefois séparé que par une courte distance. J'en ai rencontré qu'un intervalle de $0^{mm},40$ seulement séparait; d'autres étaient éloignés de quelques millimètres (de $4^{mm},15$ dans un cas). Ils étaient évidemment destinés à se joindre plus tard.

» Quand ce premier vaisseau de la nervure médiane a acquis une certaine longueur, le premier vaisseau d'un faisceau latéral naît à petite distance de chaque côté. Il commence de même dans l'axe et s'allonge aussi par en haut et par en bas. Il y en a qui ont déjà $0^{mm},90$ et $1^{mm},25$ de longueur et qui ne pénètrent pas encore dans la base de la feuille à laquelle ils doivent appartenir. En grandissant, ce vaisseau ou jeune faisceau latéral monte dans le pétiole, et entre d'ordinaire dans le lobe inférieur du côté correspondant. On le trouve souvent relié au médian par un rameau oblique à l'intérieur du pétiole. Quelquefois ce vaisseau latéral n'arrive pas jusqu'au lobe inférieur de la feuille, il se termine en s'unissant au médian; alors c'est un rameau de celui-ci qui entre dans le lobe inférieur. C'est aussi le faisceau médian du pétiole qui envoie des rameaux aux lobes supérieurs pour en constituer les nervures médianes; mais assez fréquemment un vaisseau simple d'abord, ensuite fourchu au sommet, se forme près du haut du lobe et descend vers le rameau qui monte de la nervure médiane du pétiole, et s'unit à lui.

» Je ne puis décrire en détail le système vasculaire de cette feuille; je dirai seulement qu'en avançant en âge les faisceaux latéraux du pétiole sont pourvus de rameaux qui se répartissent autour d'un centre médullaire, mais de façon que ceux du milieu de la face antérieure sont les plus grêles. Un état analogue est produit à un degré moindre dans les pétioles secondaires les plus forts. Dans les plus faibles il n'y a qu'un arc de trois faisceaux.

» Bien que les divisions de la feuille apparaissent de bas en haut sur les côtés du rachis, les nervures pinnées des lames et celles qui leur sont interposées naissent de haut en bas de chacune d'elles, de sorte que tout le réseau vasculaire se développe ainsi successivement du sommet à la base. Il est déjà très-compliqué dans la partie supérieure, quand il n'est pas encore ébauché dans la région inférieure.

» Les faits qui précèdent confirment ce que j'ai dit en 1847, en traitant de l'*origine des bourgeons adventifs*. N'est-il pas évident que les vaisseaux basilaires qui naissent dans l'aisselle de la feuille axillante, ou dans la partie adhérente de l'axe du bourgeon, sont de l'ordre de ceux qui se développent

sur la bouture, dans le tissu basilaire ou d'insertion des jeunes bourgeons adventifs. J'ai montré, contrairement à la théorie *phytonienne*, c'est-à-dire celle de l'individualité des feuilles, que ce sont ces vaisseaux, dits par l'auteur *radiculaires*, qui naissent les premiers dans les boutures citées, et que ces vaisseaux, en se modifiant, se prolongent ensuite dans les feuilles. Plus tard je fis voir comment, sur place, par des cellules multipliées horizontalement, les vaisseaux du corps ligneux s'allongent de haut en bas, sous l'influence du suc nutritif descendant. J'admettais donc, dès cette époque, que des vaisseaux s'allongent par en haut et par en bas. J'indiquai même des circonstances où des vaisseaux semblent monter et aller au-devant de ceux qui descendent.

» On verra que tous les faits qui précèdent et ceux que je décrirai prochainement sont en harmonie avec ce que j'ai dit de la formation des vaisseaux, dans l'exposition de mes expériences sur l'accroissement en diamètre des végétaux dicotylédonés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réponse à la dernière Note de M.* Angot *sur le régime des vents dans la région des chotts algériens;* par M. **Roudaire**, communiquée par M. Yvon Villarceau.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans sa dernière Note, M. Angot a cité les observations faites, à Touggourt, pendant les mois de mars, d'avril et mai 1874, 1875 et 1876. Ces observations étant incomplètes, puisqu'elles n'embrassent que trois mois de l'année, il est impossible d'en déduire le régime général des vents qui règnent à Touggourt, mais elles n'en démontrent pas moins que, dans la même période, les vents de sud-est, de sud et de sud-ouest ont soufflé à Touggourt dans la proportion de 20,5 pour 100, tandis qu'ils ne soufflaient à Biskra que dans la proportion de 6,9 pour 100. J'avais donc raison d'affirmer que les observations faites dans cette dernière ville, observations sur lesquelles M. Angot s'était appuyé dans sa première Note, n'avaient aucune valeur sérieuse. Dans cette même Note, M. Angot avait invoqué les *importantes recherches* de M. Brault. J'ai tenu moi-même à consulter ce savant officier de marine; voici ce qu'il a bien voulu me répondre:

« Vous me faites l'honneur de me demander ce que je pense des objections que vous a présentées M. Angot.

» Voici ma réponse :

» Et tout d'abord, il ne m'appartient pas de juger l'ensemble de votre projet; aussi me bornerai-je à la question posée, qui est une question de Météorologie.

» Tout en remerciant M. Angot de la façon dont il qualifie mes travaux, je me permettrai de faire remarquer qu'il va peut-être un peu loin, en donnant à penser que ces travaux prouvent ce qu'il avance.

» Ni M. Angot, ni moi, ne connaissons le régime des vents de la région des chotts, et ni M. Angot, ni moi, ne saurions le conclure des observations qu'il a présentées dans ses deux dernières Notes à l'Académie, pas plus que des miennes.

» Il s'agit ici d'un pays où les influences locales peuvent être prépondérantes (voilà ce qui aurait dû frapper M. Angot) et où l'observation directe peut seule décider.

» *Biskra est mal situé, Touggourt est trop éloigné.*

» Je dirai plus : si, actuellement, les vents qui règnent sur les chotts sont généralement faibles, je ne crois pas qu'on puisse affirmer que la création d'une mer intérieure au pied des monts Aurès (qui sont, il faut le remarquer, dirigés presque est et ouest) ne serait pas une cause suffisante pour modifier le régime des vents de ces parages, au moins dans les alentours de cette mer intérieure.

» Quant à ce qui est du siroco, je ne vois pas non plus comment on pourrait nier *a priori* l'heureuse influence qu'apportera sans doute la présence de la mer intérieure sur ce vent, dont la sécheresse est parfois si désastreuse pour notre colonie.

» En résumé, monsieur, si d'une part il me semble évident qu'au point de vue météorologique les études de votre projet ont besoin d'être complétées, comme vous êtes du reste le premier à le dire, d'autre part je reste convaincu que ni M. Angot, ni moi, n'avons encore publié de documents qui permettent de contredire sérieusement ce que vous avez avancé. »

» Je n'ajouterai rien à cette Lettre. Je ferai seulement remarquer que M. Brault trouve Touggourt trop éloigné de la région des chotts. Il est en cela d'un avis contraire à celui que j'avais exprimé en indiquant cette ville comme un point où il était utile de faire des observations. M. Brault a fait une étude trop complète du régime des vents pour que je n'accepte pas son opinion.

» En ce qui concerne l'évaporation, sur laquelle M. Angot revient, n'est-il pas évident qu'elle est nécessairement moins active sur de grandes surfaces, au-dessus desquelles règne toujours une couche d'air humide, que sur de petites surfaces en contact avec un air relativement sec, qui se renouvelle constamment? Je demanderai en outre à M. Angot comment il lui a été possible de constater que les chiffres donnés par l'évaporomètre Piche concordent avec ceux que fournit l'observation directe sur de grandes surfaces. Quelles sont donc les *grandes surfaces salées* (je parle de surfaces de plusieurs centaines de kilomètres carrés) où l'on ait pu faire des observations précises en tenant compte des pluies qui y tombent ou des fleuves qui s'y déversent? Les lacs amers sont, je le crois, le seul

exemple que l'on puisse citer. C'est en observant des surfaces restreintes, comme celles des évaporomètres ou des canaux, que l'on avait trouvé pour l'évaporation moyenne en Égypte $0^m,020$, tandis qu'elle n'est en réalité, sur les lacs amers, que de $0^m,0035$ pendant le mois le plus chaud de l'année. C'est en s'appuyant sur le chiffre de $0^m,020$ que des ingénieurs avaient prouvé dans de longs Mémoires, conservés comme curiosités dans les archives de la Compagnie de Suez, que les lacs amers ne se rempliraient jamais, tandis que la rapidité du remplissage a dépassé les prévisions les plus favorables.

» Si j'insiste sur ce point, ce n'est pas que je considérerais une évaporation de $0^m,006$ comme un obstacle à la réalisation du projet : je n'y verrais qu'un avantage plus grand, au point de vue de l'influence heureuse que la mer intérieure exercera sur le climat des régions voisines; mais les observations faites sur les lacs amers, placés, quoi que l'on en puisse dire, dans les mêmes conditions climatériques que les chotts, ne permettent pas de prévoir une évaporation moyenne supérieure à $0^m,003$. »

GÉOLOGIE. — *L'acide borique; méthodes de recherches; origine et mode de formation.* Mémoire de M. L. DIEULAFAIT. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Boussingault, H. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Berthelot.)

« *Résumé et conclusions.* — 1° L'analyse spectrale, dans les conditions que j'ai définies, permet de reconnaître avec certitude l'existence de *vingt-cinq dix-millionièmes de gramme* de bore.

» 2° La méthode de la flamme de l'hydrogène, telle que je l'ai décrite, décèle nettement l'existence de *un millionième de gramme* de bore.

» 3° L'acide borique est un élément normal des eaux des mers actuelles.

» 4° Contrairement à ce qui était prévu *a priori*, l'acide borique se concentre dans les *dernières* eaux mères des marais salants, au-dessus de la carnallite, dans les sels déliquescents, à l'état de borate de magnésie. Or c'est exactement à cette place et dans ces conditions, sans qu'un seul détail fasse défaut, que se rencontre l'acide borique à Strassfurt. Le borate de magnésie de ce gisement célèbre n'a donc pas une origine volcanique, comme on l'a admis unanimement jusqu'ici : elle est, au contraire, exclusivement sédimentaire. Le gisement salin de Strassfurt tout entier n'a pas lui-même d'autre origine. Les sels qui le constituent se sont déposés, dès

le commencement, à l'état où ils existent aujourd'hui; ils n'ont été ni hydratés, ni déshydratés, ni modifiés d'aucune façon postérieurement à leur dépôt. A Strassfurt, l'anhydrite n'a jamais existé à l'état de gypse; la kiéserite n'a jamais existé à l'état de sulfate de magnésie ordinaire; le fer oligiste n'a jamais existé à l'état d'oxyde de fer hydraté. Ces dernières assertions semblent être en contradiction formelle avec les lois connues de la Chimie; mais je m'engage à apporter la démonstration rigoureuse de leur exactitude, à mesure que ces questions arriveront à leur place naturelle dans le plan général de recherches que je me suis tracé.

» 5° *Une* goutte d'eau mère naturelle (pesant en moyenne $0^{gr},0387$) permet de reconnaître, avec certitude, la présence de l'acide borique.

» 6° La quantité de bore qui se concentre dans les dernières eaux mères seulement correspond *au minimum* à *deux décigrammes* par mètre cube d'eau de mer naturelle (Méditerranée).

» 7° L'acide borique a existé dans les mers anciennes et dès les premiers âges, comme il existe dans les mers modernes; il s'est donc déposé, ou au moins concentré, toutes les fois que des portions de mer se sont trouvées séparées des océans, dans les conditions convenables. Or ce phénomène s'est réalisé sur une immense échelle à deux époques, très-éloignées du reste dans l'ordre des temps : pendant le trias et à un certain horizon de la formation tertiaire. C'est donc, avant tout, dans ces deux horizons qu'on devra rencontrer les dépôts salins, et en particulier l'acide borique.

» 8° Un Mémoire que je vais publier incessamment établira, par des raisons de l'ordre exclusivement géologique, que les eaux minérales salines se minéralisent presque exclusivement dans les deux horizons dont je viens de fixer la position. Les eaux minérales salines doivent donc renfermer de l'acide borique toutes les fois que les dépôts salins aux dépens desquels elles se minéralisent correspondent à une période d'évaporation un peu avancée.

» 9° L'origine de l'acide borique dans les *lagoni* de la Toscane est une des questions qui a été le plus agitée par les savants. Brongniart admettait que la source de l'acide borique en Toscane était située au-dessous des terrains sédimentaires; M. Dumas a considéré comme possible qu'il existât, dans les horizons fixés par Brongniart, du sulfure de bore qui, sous l'influence de l'eau, donnerait de l'acide sulfhydrique et de l'acide borique. Depuis quarante-huit ans, l'hypothèse de M. Dumas est restée intacte dans ce qu'elle a de fondamental; aujourd'hui, au point de vue géologique et au point de vue chimique, j'arriveà des conclusions tout à fait différentes de

celles des maîtres illustres que je viens de citer, mais j'y arrive après de longues études spéciales, poursuivies avec toutes les ressources de la science actuelle.

» 10° La source de l'acide borique en Toscane est située dans une formation relativement moderne, la formation tertiaire; la partie de cette formation traversée par les *suffioni* correspond exactement à l'horizon salifère de cette division. L'acide borique y existe tout formé, à l'état de borate de magnésie; son origine est un cas particulier d'un phénomène tout à fait général, l'évaporation spontanée des anciennes mers.

» 11° Les phénomènes volcaniques qui, en Toscane, sont liés à l'arrivée au jour de l'acide borique, et auxquels on a attribué exclusivement jusqu'ici la formation de cette substance, n'ont, au contraire, absolument rien de commun avec elle à ce point de vue. Le rôle des phénomènes volcaniques est purement mécanique, il se borne à fournir de la chaleur. Cette chaleur échauffe et volatilise l'eau qui imprègne les terrains; l'eau et le chlorure de magnésium sont décomposés, il se forme de l'acide chlorhydrique qui met l'acide borique en liberté, et celui-ci est incessamment enlevé par la vapeur d'eau. L'acide chlorhydrique, à son tour, n'a, on le voit, absolument rien de volcanique dans son origine. Il en est encore exactement de même pour la vapeur d'eau : l'eau des *lagoni* est de l'eau atmosphérique.

» 12° En résumé, l'acide borique et les substances qui l'accompagnent en Toscane et dans les gisements analogues sont (à l'exception de l'acide carbonique) des produits exclusivement sédimentaires, dont l'étude des eaux mères des marais salants vient de me révéler, jusque dans les moindres détails, l'origine et le mode de formation. Il faut donc désormais écarter pour eux, d'une manière absolue, toute idée d'éruption, d'émission geysérienne, de réactions violentes s'exerçant sur des substances rares ou de composition exceptionnelle, en un mot, tout ce qui, de près ou de loin, se rattacherait aux phénomènes volcaniques.

» 13° Les substances salines en amas, et toutes celles qui existent dans les lacs salés de la période actuelle, viennent directement ou par voie de redissolution des eaux des océans. Toutes, dès lors, renferment nécessairement de l'acide borique. Je signale cette conséquence aux explorateurs des régions salifères, et tout particulièrement aux explorateurs de l'Afrique française. »

VITICULTURE. — *Emploi des terres pyriteuses pour le traitement des vignes phylloxérées.* Note de M. **Dufresnoy.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Nous avons expérimenté, sur une vigne malade de troisième année, dans la propriété de M. Martell, à Chanteloup, commune de Chièvres, près de Cognac, trois sortes de terres pyriteuses employées pour la fabrication de l'alun, dans des proportions variables de 4 à 10 litres par cep, en tenant compte de la nature de ces terres.

» Le 24 septembre courant, j'ai pu constater que sur 65 ceps traités par mes pyrites, jugés morts ou à la dernière extrémité, 56 de ces ceps sont vivants et ont produit des sarments d'une bonne longueur moyenne de 92 centimètres; quelques-uns même ont atteint une longueur de $2^{m},35$, avec un bois bien nourri, qui donnera une excellente taille pour l'année prochaine. »

M. **Boutigny**, M. **P. Muleur**, M. **L. Laliman**, M. **J. Duplessis**, M. **A. Bidouillat**, M. **L. Paillet** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Ch.-V. Zenger** adresse, de Prague, une Note relative à un « nouveau service météorologique héliotypique ».

L'auteur joint à cette Note quelques exemplaires de photographies du Soleil, et l'indication de quelques-uns des résultats obtenus de 1875 à 1877.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **E. Hannotin** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur le tracé des courbes décrites dans l'espace par les astres.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **J. Bernhard** adresse une Note sur un tartrifuge lubrifiant pour la désincrustation des chaudières et la lubrification des pièces mécaniques en contact avec la vapeur.

(Commissaires : MM. Rolland, Tresca.)

M. E. de Baillehache soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Sécurité absolue dans les trains en marche. »

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

Un Auteur anonyme adresse une Note sur les chotts de l'Algérie et de la Tunisie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Popoff adresse des recherches relatives à l'expression des conditions du mouvement des eaux dans les égouts.

(Renvoi à l'examen de M. Belgrand.)

M. L. Hugo adresse une Note relative à un « alignement de Mars, Saturne et la Lune, dans la soirée du 21 septembre 1877 ».

M. Pinaud adresse, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, une Note relative à un « aéro-locomoteur ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Notice biographique sur Auguste de la Rive; par M. *L. Soret*;

2° Une brochure de M. *J.-H. Gilbert*, imprimée en anglais, sur divers points relatifs à la nutrition animale;

3° L' « Atlas des mouvements supérieurs de l'atmosphère », par M. *H. Hildebrandsson*.

M. le Président de l'Académie de Rouen adresse le Précis des travaux de la Compagnie pendant l'année 1875-1876.

ANALYSE. — *Intégrales des développantes obliques d'un ordre quelconque;* par M. l'abbé Aoust.

« 1° *État de la question.* — Le problème des développantes obliques d'un ordre quelconque d'une courbe plane σ consiste à trouver les inté-

grales des trajectoires, sous un angle constant α, des tangentes de la courbe donnée; les intégrales des trajectoires, sous un angle constant β, des tangentes des trajectoires trouvées, et ainsi de suite.

» Ce problème présente deux cas importants : celui où tous les angles, α, β, γ, ..., sont inégaux; celui où tous les angles sont égaux. Dans les deux cas, si l'on traite la question par parties successives, comme l'idée s'en présente naturellement, l'intégrale de la développante oblique de l'ordre n renferme des termes qui dépendent de 2, 3, ..., n quadratures successives, et il faut alors effectuer la séparation de ces intégrales multiples; si l'on traite la question d'emblée par une seule équation différentielle, cette équation est de l'ordre n, et elle implique la résolution d'un système d'équations algébriques linéaires dont le nombre est n.

» Nous avons évité les complications provenant de l'une ou l'autre méthode, en démontrant que l'intégrale générale de la développante oblique de l'ordre n est une fonction linéaire et homogène des intégrales d'une seule équation différentielle linéaire du premier ordre, ces intégrales répondant à n valeurs différentes de l'angle α qui entre dans cette équation. L'application de ce théorème dispense de la séparation des intégrales multiples et de la résolution du système d'équations algébriques. Mais, lorsque l'on a fait usage de cette méthode, si l'on suppose que tous les angles α, β, γ, ... deviennent égaux, l'intégrale générale prend une forme indéterminee dont l'ordre d'indétermination s'élève avec le nombre des angles; or il importe d'enlever cette indétermination et de trouver les formules qui répondent à ce cas. Les résultats auxquels nous sommes arrivé nous paraissent dignes de l'attention des géomètres.

» 2° *Résolution de la question.* — Soient σ_α l'arc de développante oblique sous l'angle α de la courbe σ; R_α, r_α le rayon de courbure propre et le rayon de courbure oblique, sous l'angle α, de la développante oblique σ_α; soient $\sigma_{\alpha\beta}$ l'arc de la développante oblique, sous l'angle β, de la courbe σ_α; $R_{\alpha\beta}$, $r_{\alpha\beta}$ le rayon de courbure propre et le rayon de courbure oblique, sous l'angle β, de cette développante, et ainsi de suite; soient R le rayon de courbure de la courbe σ et $d\varepsilon$ son angle de contingence; l'équation différentielle de la développante oblique du premier ordre est

$$(1) \qquad \frac{dr_\alpha}{d\varepsilon} - r_\alpha \cot\alpha + R = 0,$$

dont l'intégrale, en représentant par A la constante d'intégration, prend

la forme

$$(2)\qquad r_\alpha = e^{\varepsilon\cot\alpha}\left(\mathrm{A} - \int_0^\varepsilon \mathrm{R}\, e^{-\varepsilon\cot\alpha} d\varepsilon\right);$$

l'intégrale de la même équation différentielle relative à l'angle β s'obtient en remplaçant, dans l'équation (2), α par β et A par B, et ainsi de suite, de sorte que l'intégrale générale de la développante oblique de l'ordre n, dans le cas où tous les angles $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ sont inégaux, est donnée par la formule suivante, qui est la traduction analytique de notre théorème :

$$(3)\qquad \mathrm{R}_{(\alpha\beta\ldots\mu)} = \frac{r_{(\alpha\beta\ldots\mu)}}{\sin\mu} = \sum \frac{r_\alpha \sin^{n-2}\alpha}{\sin(\alpha-\beta)\sin(\alpha-\gamma)\ldots\sin(\alpha-\mu)},$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs que prend le terme écrit, par la rotation des lettres $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \mu$ (*Analyse des courbes planes*, p. 130). Si l'on a égard aux équations contenues dans le type (2), cette formule donne l'intégrale générale par n quadratures séparées et qui s'obtiennent toutes par une seule quadrature déjà effectuée, en y remplaçant successivement α par $\beta, \gamma, \ldots, \mu$.

» Mais cette formule donne-t-elle l'intégrale générale lorsque tous les angles $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ deviennent égaux entre eux ? Il est bien vrai qu'elle se présente alors sous une forme illusoire, mais l'indétermination peut être enlevée de la manière suivante :

» Considérons le cas de la développante oblique du second ordre, la formule (3) donne

$$(4)\qquad \mathrm{R}_{\alpha\beta} = \frac{r_{\alpha\beta}}{\sin\beta} = \frac{r_{\beta\alpha}}{\sin\alpha} = \frac{r_\beta - r_\alpha}{\sin(\beta-\alpha)}.$$

Si l'on a égard à la formule (2), et qu'on pose $\mathrm{B} = \mathrm{A} + a$, l'équation (4) devient

$$(5)\qquad \frac{r_{\alpha\beta}}{\sin\beta} = \frac{a e^{\varepsilon\cot\alpha}}{\sin(\beta-\alpha)} + \mathrm{A}\frac{e^{\varepsilon\cot\beta} - e^{\varepsilon\cot\alpha}}{\sin(\beta-\alpha)} - \frac{e^{\varepsilon\cot\beta}\int \mathrm{R}\, e^{-\varepsilon\cot\beta} d\varepsilon - e^{\varepsilon\cot\alpha}\int \mathrm{R}\, e^{-\varepsilon\cot\alpha} d\varepsilon}{\sin(\beta-\alpha)}.$$

» Si maintenant on fait converger β vers α et qu'on pose, pour abréger,

$$(\rho)\qquad e^{\varepsilon\cot\alpha}\int \mathrm{R}\, e^{-\varepsilon\cot\alpha} d\varepsilon = \rho,$$

la formule (5) devient, en représentant par B et B_1 des constantes arbitraires,

$$(5')\qquad r_{\alpha\alpha} = (\mathrm{B} + \mathrm{B}_1\varepsilon) e^{\varepsilon\cot\alpha} - \sin\alpha\frac{d\rho}{d\alpha}.$$

» En opérant de la même manière, on obtiendra pour la développante oblique troisième

$$(6)\qquad r_{\alpha\alpha\alpha} = (C + C_1\varepsilon + C_2\varepsilon^2)e^{\varepsilon\cot\alpha} - \frac{1}{2}\frac{d}{\sin^0\alpha}\frac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\frac{d\rho}{d\alpha},$$

pour la développante oblique quatrième

$$(7)\quad r_{\alpha\alpha\alpha\alpha} = (D + D_1\varepsilon + D_2\varepsilon^2 + D_3\varepsilon^3)e^{\varepsilon\cot\alpha} - \frac{1}{2.3}\frac{1}{\sin\alpha}\frac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\frac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\frac{d\rho}{d\alpha};$$

et finalement, pour la développante oblique de l'ordre n,

$$(8)\quad \left\{\begin{array}{l} r_{\alpha\alpha\ldots\alpha} = (M + M_1\varepsilon + \ldots + M_{n-1}\varepsilon^{n-1})e^{\varepsilon\cot\alpha} \\ \qquad - \dfrac{1}{2.3\ldots n-1}\dfrac{1}{\sin^{n-3}\alpha}\dfrac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\dfrac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\ldots\dfrac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\dfrac{d\rho}{d\alpha}. \end{array}\right.$$

On a donc l'intégrale générale de la développante oblique de l'ordre n dans le cas où tous les angles sont égaux entre eux.

» 3° *Transformation des quadratures en différentiations.* — On déduit de l'analyse précédente des formules qui permettent de transformer une intégrale multiple de l'ordre n en différentielle du même ordre. En effet, si l'on compare les valeurs que nous venons de trouver pour les rayons de courbure oblique de différents ordres avec celles que l'on aurait obtenues si l'on avait traité la même question par parties successives, on obtient les identités suivantes :

$$e^{\varepsilon\cot\alpha}\int\rho e^{-\varepsilon\cot\alpha}d\varepsilon = -\sin\alpha\frac{d\rho}{d\alpha},$$

$$e^{\varepsilon\cot\alpha}\int d\varepsilon\int\rho e^{-\varepsilon\cot\alpha}d\varepsilon = \frac{\sin^2\alpha}{1.2}\frac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\frac{d\rho}{d\alpha},$$

$$e^{\varepsilon\cot\alpha}\int d\varepsilon\int d\varepsilon\int\rho e^{-\varepsilon\cot\alpha}d\varepsilon = -\frac{\sin^3\alpha}{1.2.3}\frac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\frac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\frac{d\rho}{d\alpha},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\begin{array}{l} e^{\varepsilon\cot\alpha}\int d\varepsilon\int d\varepsilon\ldots\int\rho e^{-\varepsilon\cot\alpha}d\varepsilon \\ \qquad = (-1)^n\dfrac{\sin^n\alpha}{1.2.3\ldots n}\dfrac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\dfrac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\ldots\dfrac{d}{d\alpha}\sin^2\alpha\dfrac{d\rho}{d\alpha}, \end{array}$$

dans lesquelles les premiers membres sont des intégrales multiples prises par rapport à la variable ε, et les seconds membres des différentielles du même ordre prises par rapport au paramètre α. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Découverte de l'oxygène dans le Soleil, et nouvelle théorie du spectre solaire;* par M. H. DRAPER.

« L'objet de cette Communication est de montrer, à l'aide de la Photographie, que *l'oxygène existe dans le Soleil et est révélé par les raies brillantes du spectre solaire.*

» L'oxygène ne donne pas de lignes sombres comme les métaux : c'est pourquoi il devient nécessaire de changer la théorie du spectre solaire et de ne plus le regarder seulement comme un spectre continu, avec certaines raies provenant de l'absorption par une couche de vapeurs de métal en fusion, mais comme un spectre présentant aussi des lignes brillantes et des bandes superposées sur le champ du spectre continu.

» Une telle conception n'ouvre pas seulement la voie à la découverte d'autres corps non métalliques, soufre, phosphore, sélénium, chlore, brome, iode, fluor, carbone, etc.; mais elle peut expliquer que certaines lignes, dites sombres, doivent être regardées comme des intervalles entre les lignes brillantes. Il doit être bien compris ici que, en parlant du spectre solaire, je n'entends pas désigner le spectre d'une portion limitée du disque ou du bord du Soleil, mais le spectre du disque entier.

» A l'appui de cette assertion, je donne ci-jointe une photographie du spectre solaire, et, pour permettre la comparaison, la photographie du spectre de l'air avec quelques-unes des raies du fer et de l'aluminium. Il est difficile, sur une seule photographie, de faire venir bien au point les divers corps : c'est pourquoi j'ai choisi l'épreuve négative, qui montrait le plus clairement les coïncidences de l'oxygène [1].

» Pour compléter cette observation, il est nécessaire de démontrer que les lignes de l'oxygène sont vues comme lignes brillantes dans le Soleil, tandis que les lignes du fer sont représentées par des lignes sombres.

---

[1] Les épreuves photographiques de la Planche ci-contre ont été transmises par M. Draper; la légende anglaise peut se traduire comme il suit :

« La partie supérieure de la photographie est le spectre du Soleil; la partie inférieure est le spectre de l'oxygène et de l'azote de l'air. Les lettres et les nombres qui sont placés dans les marges ont été imprimés sur l'épreuve négative; sauf cette exception, la photographie est exempte de toute retouche. O indique l'oxygène, N l'azote, Fe le fer, Al l'aluminium. Les nombres placés au-dessus du spectre du Soleil sont les longueurs d'onde; G, *h*, H sont les lignes dominantes du Soleil, à l'extrémité violette du spectre. Le point principal à remarquer est la coïncidence des lignes brillantes de l'oxygène avec les lignes brillantes du spectre du Soleil. La Planche est la reproduction de l'épreuve négative originale de M. Draper, obtenue par le procédé de M. Albert (de Bierstadt). »

» La ligne brillante du fer, en G (4307), peut, en raison de la superposition intentionnelle des deux spectres, être considérée comme passant dans la ligne sombre d'absorption du Soleil. En même temps, la quadruple ligne d'oxygène, entre 4345 et 4350, coïncide exactement avec le groupe brillant du spectre solaire placé au-dessus. Ce groupe de l'oxygène suffit presque, à lui seul, à prouver la présence de l'oxygène dans le Soleil ; car non-seulement chacune des quatre composantes a sa représentation dans le spectre solaire, mais l'intensité relative et l'aspect général des lignes sont semblables. Je ne pense pas que, dans la comparaison des spectres des éléments et du Soleil, on ait attribué une importance suffisante à l'apparence générale de ces lignes, sauf en ce qui concerne leur position ; dans les reproductions photographiques, c'est là un point qui apparaît avec une importance manifeste.

» L'attention doit aussi être attirée sur la double ligne 4319-4317, sur la double ligne 4190-4184 et sur la ligne simple 4133. La ligne d'oxygène la plus intense est la triple ligne 4076-4072-4069; et ici encore on remarque une très-belle coïncidence, quoique le spectre de l'air semble proportionnellement plus intense que celui du Soleil. Mais il faut se rappeler que le spectre solaire est affecté par le passage à travers l'atmosphère, et que l'effet d'absorption se produit principalement dans l'extrémité violette du spectre. Quelques expériences que j'ai faites, dans l'été de 1873, montrent combien cette absorption locale grandit avec l'épaisseur de l'air; et c'est ainsi que, pour obtenir le spectre ultra-violet, il faut, au coucher du Soleil, deux cents fois plus de temps qu'à midi.

» Ces recherches sont plus longues et plus difficiles qu'on ne saurait le dire, à cause des nombreuses conditions qui doivent être réunies pour obtenir une bonne photographie. L'oxygène doit être amené à une vive incandescence par un courant électrique, ce qui nécessite l'emploi d'un moteur à mouvement uniforme, de la force de deux chevaux, mettant en action une machine de Gramme, dont le courant est transmis à une grande bobine de Ruhmkorff, à travers un interrupteur Foucault. Cette disposition doit produire environ 1000 étincelles de 10 pouces par minute. Ces étincelles doivent être condensées par une batterie de bouteilles de Leyde, soigneusement proportionnées au tube de Plücker.

» En même temps, il faut que l'héliostat envoie un rayon de Soleil, que l'appareil optique de la fente, les prismes, les lentilles et la chambre soient soigneusement disposés et que les foyers soient bien réglés. De plus, le laboratoire photographique doit être installé assez complétement pour permettre de préparer des plaques au collodion humide, qui puissent supporter une exposition de quinze minutes et un développement prolongé. »

PHYSIQUE. — *Note sur l'aimantation des tubes d'acier;* par M. J.-M. GAUGAIN.

« Si l'on introduit, à la température ordinaire, dans un tube d'acier aimanté, un noyau cylindrique de même métal à l'état neutre, et qu'on retire celui-ci au bout de quelques instants, on le trouve faiblement aimanté dans le même sens que le tube. Mais si, après avoir placé le noyau cylindrique dans le tube, on échauffe le système avec une lampe, de manière à porter sa température à 300 degrés environ, qu'on le laisse refroidir et qu'après le refroidissement on sépare le tube du noyau, on trouve que le tube a perdu une grande partie de son aimantation primitive et que le noyau a pris une aimantation *inverse*.

» Je suppose que, même à la température ordinaire, le noyau prend une aimantation *inverse* de celle du tube pendant tout le temps qu'il reste enfermé dans ce tube; mais, lorsqu'on vient à l'en faire sortir, il se produit inévitablement une friction qui a pour résultat de renverser le sens de l'aimantation. Si les choses se passent autrement quand on opère à une température élevée, c'est que d'une part l'aimantation *inverse* développée dans le noyau par l'influence du tube se trouve considérablement augmentée par le chauffage, et que d'autre part l'aimantation *directe* développée au moment de la séparation du tube et du noyau se trouve affaiblie, le tube ayant perdu la plus grande partie de son magnétisme au moment où cette séparation s'effectue. Par suite de cette double circonstance, l'aimantation inverse reste prédominante.

» Des effets tout à fait analogues à ceux que je viens d'indiquer se produisent lorsqu'on introduit dans un tube d'acier, à l'état neutre, un noyau de même métal aimanté; si l'on opère à la température ordinaire, le tube, lorsqu'on le sépare du noyau, se trouve aimanté dans le même sens que lui; quand, au contraire, on échauffe le système et qu'on ne sépare le tube du noyau qu'après le refroidissement, le tube a pris l'aimantation inverse.

» Pour que l'échauffement du système développe, dans l'une de ses parties (tube ou noyau), le magnétisme inverse dont il vient d'être question, il n'est pas indispensable que cette partie soit à l'état de neutre. Lorsque les deux parties sont aimantées dans le même sens, mais inégalement, et qu'il existe une différence suffisante entre leurs aimantations, la plus faible de ces aimantations est intervertie lorsqu'on échauffe le système.

» Maintenant, considérons le cas où le système formé d'un tube et d'un noyau d'acier à l'état neutre est aimanté par le procédé d'Elias; si l'aimantation s'exécute à la température ordinaire, on trouve que le tube et le

noyau séparés l'un de l'autre sont aimantés dans le même sens; c'est un fait que M. Jamin a constaté (*Comptes rendus*, 15 février 1875). On obtient encore le même résultat lorsqu'on aimante le système à une température élevée (de 300 à 400 degrés) et qu'on sépare le tube du noyau immédiatement après l'aimantation effectuée; mais, quand, après avoir aimanté le système à chaud, on laisse refroidir le tube et le noyau en contact l'un avec l'autre : on trouve, lorsqu'on les sépare après le refroidissement complet, qu'ils sont généralement aimantés en sens inverse l'un de l'autre : ce n'est que dans un cas particulier qu'ils sont aimantés dans le même sens; le signe de l'aimantation varie avec l'épaisseur du tube, la face coercitive de l'acier et l'intensité du courant dont on s'est servi pour développer l'aimantation.

» J'ai exécuté une première série d'expériences sur des tubes dont les épaisseurs étaient $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1 millimètre; tous ces tubes avaient 10 millimètres de diamètre extérieur et environ 300 millimètres de longueur; ils avaient été *tirés* et fabriqués, ainsi que les noyaux qui les remplissaient, avec l'acier qu'on connaît, dans le commerce, sous le nom d'acier *doux Petin-Godet.*

» Le tableau suivant contient les résultats obtenus en opérant sur le tube de $\frac{1}{2}$ millimètre d'épaisseur :

I	M	M'	*m*	*m'*
3,4	+ 4,6	+ 8,0	− 1,5	+ 5,0
7,5	+ 20,0	+ 22,2	+ 2,5	+ 2,5
14,5	+ 56,0	+ 21,0	+ 17,2	− 15,0
20,0	+ 80,0	+ 27,0	+ 28,2	− 25,1
29,0	+ 80,0	+ 30,2	+ 28,0	− 28,0
38,0	+ 87,2	+ 34,0	+ 24,0	− 29,5

» Les nombres inscrits dans la colonne marquée I représentent les intensités des courants dont je me suis servi pour effectuer l'aimantation.

» Les lettres M et M' désignent respectivement les valeurs des aimantations du noyau et du tube, lorsque celles-ci sont mesurées immédiatement après l'aimantation effectuée avant le refroidissement.

» Les lettres *m* et *m'* désignent respectivement les valeurs des aimantations du noyau et du tube, mesurées après le refroidissement du système.

» Je considère comme positive l'aimantation *directe* et comme négative l'aimantation *inverse;* j'appelle aimantation *directe* celle qui serait communiquée par le courant à la température ordinaire, soit au tube, soit au noyau.

» A l'inspection du tableau, on voit que le magnétisme *m* du noyau, d'abord *inverse* pour le courant très-faible I = 3,4, devient *direct* quand l'intensité du courant augmente et qu'au contraire l'aimantation *m'* du tube,

directe avec les courants 3,4 et 7,5, devient *inverse* pour des courants d'intensité plus grande.

» Ces résultats peuvent être regardés comme la conséquence d'un fait plus simple, que j'ai signalé au commencement de cette Note; il résulte, en effet, du tableau précédent, qu'avant le refroidissement du système le noyau et le tube sont aimantés dans le même sens, que l'aimantation initiale M' du tube l'emporte sur celle du noyau, tant que le courant est faible, et qu'au contraire l'aimantation M du noyau l'emporte sur celle du tube lorsque l'intensité du courant dépasse une certaine limite. D'après cela, c'est le magnétisme du noyau qui doit être interverti pendant le refroidissement, dans le cas des courants faibles, et c'est au contraire le magnétisme du tube qui doit subir l'interversion dans le cas des courants plus énergiques.

» Quant aux rapports de grandeur différents qui s'établissent entre les deux aimantations M et M', suivant que le courant est plus ou moins intense, on s'en rend facilement compte en partant de ce principe posé par M. Jamin, que le courant pénètre à une profondeur d'autant plus grande qu'il est plus énergique.

» Les expériences exécutées sur les tubes de $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$ et 1 millimètre m'ont donné des résultats tout à fait analogues à ceux que je viens d'exposer. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la mesure exacte de la chaleur de dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau;* par M. **Croullebois.**

« La chaleur produite par le mélange d'acide sulfurique monohydraté avec des quantités variables d'eau a été déjà mesurée par divers physiciens; mais leurs résultats présentent d'assez grandes divergences. Dans ces temps derniers, M. Pfaundler a repris l'étude de cette question, et il a représenté par une formule simple la quantité Q_n de chaleur dégagée par 1 molécule de SO^4H^2, quand on y ajoute n molécules d'eau. Cette formule est

$$Q_n = \frac{nB}{n+A}.$$

Mais le travail de M. Pfaundler, malgré le progrès réalisé, est encore incomplet; car la formule précédente ne renferme pas la température à laquelle les déterminations ont été effectuées. Or, M. Kirchhoff a montré, depuis longtemps, que l'effet thermique est intimement lié à la tension de la vapeur d'eau émise par la dissolution, et par suite à la température. C'est là, sans doute, que l'on doit chercher l'explication des résultats divergents. Dans ces vues, je vais comparer les nombres fournis par la formule de M. Pfaundler à ceux qui se déduisent de la relation de M. Kirchhoff. Cette

relation peut être obtenue de plusieurs manières et plus rapidement que ne l'a fait l'illustre physicien dans son Mémoire sur l'énergie intérieure des corps. Ici nous opérerons comme il suit :

» Considérons deux états A et B du corps qui fonctionne; dans l'état A, une quantité infiniment petite dx d'eau est en *présence* de l'acide, à la température absolue t; dans l'état B, la même quantité est en *dissolution* dans cet acide, à la même température. On peut passer d'un état à l'autre par deux voies différentes : ou bien on effectue directement la dissolution, et la variation d'énergie interne, égale *approximativement* à la chaleur dégagée, est dQ; où bien on peut joindre ces deux états extrêmes en faisant mouvoir un point *figuratif* sur trois lignes *isothermiques*.

» 1° La dissolution émet la quantité dx de vapeur, à tension f; la variation d'énergie interne est $du = (l - \mathrm{A}f\sigma)dx$.

» 2° Cette vapeur, séparée du dissolvant, est comprimée à la température t, en sorte que f devienne égal à F : la variation d'énergie est *nulle*.

» 3° La limite de saturation atteinte, on continue la compression jusqu'à ce que le poids dx de vapeur soit ramené à l'état liquide : la variation d'énergie est $du' = (\mathrm{L} - \mathrm{AF}\Sigma)dx$.

» l, L, f, F, A ont les significations ordinaires; σ et Σ désignent respectivement la différence entre le volume de la vapeur et celui du liquide sous les tensions correspondantes f et F.

» On sait que la variation d'énergie interne ne dépend que de l'état initial et de l'état final; on a donc

$$d\mathrm{Q} = du' - du = \mathrm{L}\left(1 - \frac{l}{\mathrm{L}}\right)dx,$$

avec une approximation permise. Pour rendre cette expression calculable, je remplace l et L par leurs valeurs, d'après la formule de Clapeyron : on obtient

$$d\mathrm{Q} = \mathrm{L}\left(1 - \frac{\mathrm{A}t\sigma\dfrac{df}{dt}}{\mathrm{A}t\Sigma\dfrac{d\mathrm{F}}{dt}}\right)dx = \mathrm{L}\left(1 - \frac{\dfrac{df}{dt}}{\dfrac{d\mathrm{F}}{dt}}\frac{\mathrm{F}}{f}\right)dx.$$

L'addition d'un poids $x - x_0$ d'eau dégagera une quantité de chaleur fournie par l'intégrale

$$\mathrm{Q} = \mathrm{L}\int_{x_0}^{x}\left(1 - \frac{\dfrac{df}{dt}}{\dfrac{d\mathrm{F}}{dt}}\frac{\mathrm{F}}{f}\right)dx.$$

f, F, L sont donnés par les expériences de M. Regnault, d'où l'on déduit

$\frac{df}{dt}$ et $\frac{dF}{dt}$. D'ailleurs, si $x - x_0$ est faible, on reconnaît aisément que la valeur moyenne de l'élément (variable avec $x - x_0$) de l'intégrale est très-sensiblement la moyenne des valeurs que prend le rapport $\frac{\frac{df}{dt}}{f}$ après l'addition des poids x_0 et x d'eau.

» Cela posé, quelle est, par exemple, la chaleur dégagée, quand on mélange H^2O avec $SO^4H^2 + H^2O$? La formule de M. Pfaundler fournit 3048 calories. La relation de M. Kirchhoff donne les chiffres suivants :

Températures.	Calories.
10°	4554
20	3168
21	2887
22	2648
24	2420

La mesure de M. Pfaundler a probablement été prise au voisinage de 20 degrés.

» Ce tableau montre l'influence de la température dans les déterminations calorimétriques de cet ordre et fait ressortir ce qui manque à une étude complète de la question. Quoi qu'il en soit, la relation de M. Kirchhoff, présentée sous la forme précédente et rendue ainsi rapidement calculable, peut être considérée comme suffisante, en attendant les mesures directes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Suite de recherches sur les effets produits par des courants électriques de haute tension, et sur leurs analogies avec les phénomènes naturels;* par M. G. PLANTÉ.

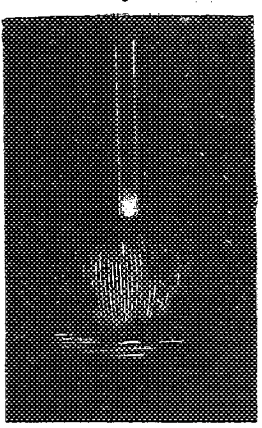
« Les effets que j'ai décrits précédemment ont été obtenus en faisant agir un puissant courant électrique à la surface d'un liquide salin. Pour étudier les effets produits sur l'eau distillée, j'ai augmenté encore la tension du courant, en réunissant 20 batteries secondaires, composées chacune de 40 couples, et formant un total de 800 couples secondaires, dont le courant de décharge équivaut à peu près à celui de 1200 éléments de Bunsen [1].

---

[1] La force électromotrice de chaque couple secondaire à lames de plomb vaut, en effet, à l'instant de la rupture du courant primaire, une fois et demie celle de l'élément de Grove

» Quand on fait agir le courant de cet ensemble de batteries sur l'eau distillée, on retrouve d'abord, avec une plus grande intensité, les effets déjà observés par M. Grove, à l'aide de 500 éléments de sa pile à acide nitrique. L'électrode positive étant plongée d'avance dans l'eau distillée, on obtient, en approchant du fil de platine négatif de la surface de l'eau, et le relevant aussitôt, une flamme jaune, presque sphérique, de 2 centimètres environ de diamètre (*fig.* 1). Le fil de platine, d'un diamètre de

Fig. 1.



2 millimètres, fond avec vivacité, et se maintient quelques instants en fusion à une hauteur de 14 à 15 millimètres au-dessus du liquide. Cette flamme est formée par l'air raréfié incandescent, par la vapeur du métal de l'électrode et par les éléments de la vapeur d'eau décomposée; l'analyse spectrale y montre surtout clairement la présence de l'hydrogène.

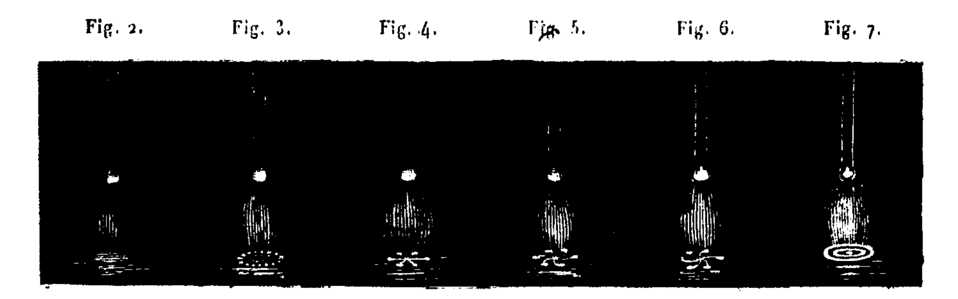
» Si, pour éviter la fusion du métal, on diminue l'intensité du courant en interposant une colonne d'eau dans le circuit, l'étincelle apparaît sous la forme très-nette d'un petit globe de feu de 8 à 10 millimètres de diamètre (*fig.* 2). En relevant un peu plus l'électrode, ce globe prend une forme ovoïde; des points bleus lumineux dont le nombre varie continuellement, disposés en cercles concentriques, apparaissent à la surface de l'eau (*fig.* 3). Des rayons de même couleur partent bientôt du centre,

---

ou de Bunsen, d'après la mesure que j'en ai donnée en 1860, et d'après de nouvelles déterminations que j'ai faites récemment. La résistance de chacun des couples composant les batteries est très-notablement inférieure à celle des éléments de Bunsen de dimension ordinaire, par suite du très-grand rapprochement des lames de plomb et malgré l'exiguïté de leur surface totale (2 décimètres carrés). Cette résistance est à peine de 3 mètres de fil de cuivre de 1 millimètre de diamètre.

et joignent ces points (*fig.* 4). Par intervalles, les rayons prennent un mouvement gyratoire, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, en décrivant des spirales (*fig.* 5 et 6). Quelquefois les points et les rayons disparaissent tous d'un même côté, et des courbes variées, formées par le mouvement de ceux qui restent, se dessinent à la surface du liquide. Finalement, quand la vitesse du mouvement gyratoire augmente, tous les rayons s'évanouissent, et l'on ne voit plus que des anneaux bleus concentriques (*fig.* 7).

Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.



Les anneaux se trouvent être le dernier terme de ces transformations qui sont très-curieuses à suivre à l'œil nu, ou avec une lunette, et constituent un véritable *kaléidoscope électrique* (1).

» La production de ces figures s'explique par la grande mobilité des arcs ou filets lumineux qui composent la lumière ovoïde, formée entre l'eau et l'électrode. En examinant avec soin cette forme particulière d'étincelle, on reconnaît que c'est, en réalité, une sorte de houppe ou d'*aigrette voltaïque*, analogue aux aigrettes de l'électricité statique, mais mieux fournie, à cause de la quantité plus grande d'électricité en jeu. Ces filets lumineux étant dans un état d'agitation continuelle, les points où ils rencontrent la surface du liquide se déplacent constamment et forment les rayons observés. Leur mouvement gyratoire provient de la réaction due à l'écoulement du flux électrique. Quant aux anneaux, ils se forment d'une manière visible, sous l'œil de l'observateur, par le mouvement de plus en plus rapide des points bleus, et par la persistance de l'impression sur la rétine.

» Lorsque l'électrode métallique est positive, et l'eau distillée négative,

(1) Ces phénomènes peuvent être rapprochés de ceux qui ont été observés par M. Fernet avec les courants d'induction; ils offrent aussi une grande ressemblance avec ceux qui résultent de la chute de gouttes liquides sur une surface plane, et qui ont été étudiés par MM. Helmholtz, Thomson, Maxwell, Tait, Rogers, Worthington, Trawbridge, etc.

l'étincelle affecte encore extérieurement une forme ovoïde; mais le milieu est traversé par un cône de lumière violacée. Quand on emploie deux électrodes métalliques, on obtient un sphéroïde lumineux dont l'intérieur est traversé par un trait brillant. Cette apparence correspond au trait et à l'auréole de l'étincelle des courants d'induction; seulement ici l'auréole occupe plus d'espace, par suite encore de la plus grande quantité d'électricité. En effet, si l'on augmente beaucoup la longueur de la colonne d'eau interposée, on n'obtient plus qu'un arc ou qu'un trait rectiligne.

» Il n'est pas nécessaire, dans ces expériences, d'amener l'électrode au contact de l'eau pour déterminer le passage du flux électrique. La tension des batteries, bien que les couples qui les composent ne soient pas isolés d'une manière particulière, est assez grande pour que l'étincelle éclate spontanément à 1 millimètre environ au-dessus du liquide.

» Ce courant traverse aussi l'air raréfié, et illumine brillamment les tubes de Geissler, quand ils ne présentent point de parties trop rétrécies, en y produisant les stratifications observées, dans des conditions analogues, par MM. Gassiot, Warren de la Rue et H.-W. Muller. Une longue colonne d'eau étant mise dans le circuit, on peut, avec une seule décharge des batteries, rendre lumineux un tube de Geissler pendant plus de trois heures et demie, en raison de la faible somme d'électricité dépensée par le passage du courant à travers l'air raréfié.

» Ces expériences complètent celles que j'ai déjà fait connaître pour expliquer le mode de formation de la *foudre globulaire*. Elles montrent qu'avec une quantité et une tension d'électricité suffisantes, on peut obtenir, non plus seulement des globules liquides électrisés, mais l'étincelle électrique elle-même sous la forme globulaire. Cette variété de manifestations de la foudre doit donc résulter de la production d'un flux abondant d'électricité à l'état dynamique, dans lequel la quantité est jointe à la tension. Le cas particulier, où les globes fulminaires présentent des mouvements lents ou des temps d'arrêt, s'explique par le mouvement ou le repos de la colonne d'air humide fortement électrisée et invisible qui sert d'électrode. Pour imiter, du reste, cet effet, il suffit, dans l'une des expériences précédentes, de faire osciller l'électrode préalablement suspendue sous forme d'un long pendule, au-dessus d'une cuvette pleine d'eau, ou d'une surface métallique, et de masquer, par un écran, son extrémité inférieure. On voit alors une petite *boule de feu* se mouvoir au-dessus de l'eau ou de la surface conductrice, et reproduire ainsi toutes les apparences du phénomène naturel. »

CHIMIE. — *Quelques nouvelles recherches sur le métal davyum ;* par M. Serge Kern.

« Comme je l'ai indiqué dans ma première Note adressée à l'Académie, mon lingot du davyum pesait $0^{gr},27$; le métal a été dissous dans l'eau régale, afin d'examiner l'action de différents réactifs sur la solution.

» La potasse donne un précipité jaune clair d'hydrate de davyum, qui est facilement attaqué par les acides, même par l'acide acétique. L'hydrate de davyum, dissous dans l'acide nitrique, donne une masse brunâtre de nitrate de davyum; en calcinant ce sel, on obtient un produit noir qui est probablement le monoxyde.

» Le chlorure de davyum, dissous dans une solution de cyanure potassique, donne, en évaporant lentement la solution, de beaux cristaux d'un cyanure double de davyum et de potassium. Dans ce sel, le potassium peut être remplacé par plusieurs éléments métalliques. L'acide cyanodavique est très-instable; on l'isole en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré à travers une solution d'un cyanure double de plomb et de davyum.

» L'hydrogène sulfuré produit, dans les solutions acides de davyum, un précipité de sulfure de davyum, qui est facilement attaqué par les sulfures alcalins, en donnant probablement une série de sulfosels.

» Une solution concentrée de chlorure de davyum donne, avec le sulfocyanure potassique, un précipité rouge, qui, refroidi lentement, produit de grands cristaux rouges. Si le même précipité est calciné, le davyum sulfocyanuré prend la forme d'une poudre noire. Ces réactions montrent que ce sel est allotropique.

» Le chlorure de davyum est très-soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; les cristaux de ce sel ne sont pas déliquescents. Le sel calciné donne comme résidu le monoxyde. Le chlorure de davyum forme des sels doubles avec les chlorures de potassium et d'ammonium. Ils sont insolubles dans l'eau et très-solubles dans l'alcool absolu. Le sel double de sodium et de davyum est presque insoluble dans l'eau et l'alcool; cette réaction est très-caractéristique, parce que plusieurs sels sodiques du groupe du platine sont très-solubles dans l'eau.

» Ce chlorure de davyum est le seul qui existe, parce que le second produit, contenant plus de chlore, se décompose pendant l'évaporation de la solution, en dégageant du chlore.

» J'ai fait quelques nouvelles recherches sur la densité du davyum fondu; trois expériences ont donné les nombres suivants :

9,388 }
9,387 } à 24 degrés C.
9,392 }

» Ces résultats s'accordent très sensiblement avec ceux de mes premières recherches : la densité du davyum donnée dans ma première Note était 9,385 à 25 degrés.

» M. l'ingénieur Alexejeff a entrepris la détermination de l'équivalent de davyum. Mais, comme la quantité de davyum que je possède est assez faible, les recherches exactes sont difficiles. Des expériences préliminaires ont montré que l'équivalent est plus grand que 100, et probablement voisin de 150-154.

» Quelques nouveaux sables platinifères, qui seront mis à notre disposition, donneront une quantité suffisante du nouveau métal pour de nouvelles expériences. Nous espérons avoir, dans quelque temps, à peu près $1^{gr},2$ de davyum. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux modes de formation de l'oxyde d'éthylène.* Note de M. **H. Greene**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai fait quelques expériences sur l'action des oxydes métalliques sur le bromure, l'iodure et le chloro-iodure d'éthylène, et je demande la permission d'en présenter à l'Académie les résultats.

» L'oxyde d'argent sec réagit très-facilement sur l'iodure d'éthylène à une température de 150 degrés, et fournit de l'oxyde d'éthylène.

» Avec le bromure d'éthylène et l'oxyde d'argent, on obtient de même de l'oxyde d'éthylène, mais la réaction demande beaucoup plus de temps et une température plus élevée (250 degrés).

» Le bromure d'éthylène réagit nettement, à 180 degrés, sur l'oxyde de sodium Na^2O, et donne de l'oxyde d'éthylène.

» Le chloro-iodure d'éthylène se comporte de la même manière avec l'oxyde de sodium, et cette méthode ou la précédente peuvent être employées avantageusement pour la préparation de l'oxyde d'éthylène. C'est ainsi que j'ai pu préparer, en tubes scellés, de 5 à 10 grammes de ce corps. Son point d'ébullition et ses propriétés ont été constatés avec soin.

» D'après ces résultats, il était intéressant d'étudier l'action du bromure

et du chloro-iodure d'éthylène sur les oxydes des métaux diatomiques. J'ai choisi les oxydes de baryum (BaO) et de plomb (PbO).

» Ces oxydes ne donnent pas d'oxyde d'éthylène, ni avec le bromure, ni avec le chloro-iodure d'éthylène, même si la température est élevée vers 250 degrés, et y est maintenue pendant longtemps.

» On voit que ces réactions établissent, d'un côté, un rapprochement entre les oxydes d'argent et de sodium, rapprochement confirmé par l'isomorphisme des sulfates anhydres, des chlorures, etc.; de l'autre côté, une différence entre le groupe de ces oxydes et celui des oxydes renfermant des métaux diatomiques (¹). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur le tréfilage du platine;* par M. A. **Gaiffe.**

« L'examen au microscope m'ayant montré que les ruptures, dans le tréfilage des fils fins de platine, se font presque toujours dans des points qui paraissaient sains avant de passer dans la filière et qui étaient tachés après, comme si le métal portait une impureté à sa surface, j'ai été amené à supposer que ces taches étaient causées par des poussières adhérentes au fil, qui s'imprimaient dans le métal ou déterminaient sa rupture en faisant coin dans la filière; j'ai alors disposé un petit appareil de tréfilerie, dans lequel je me suis appliqué à arrêter les poussières de l'air plus complétement que dans les appareils employés pour produire les fils des métaux utilisés dans la passementerie, fils qui ont une ténacité relativement grande et résistent là où le platine se rompt.

» J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie un échantillon de fil de platine, obtenu à l'aide de ce petit appareil : ce fil a exactement $\frac{1}{47}$ de millimètre de diamètre; il est produit en vue de la fabrication des amorces électriques.

» La facilité avec laquelle le platine supporte la passe de $\frac{1}{47}$ de millimètre permet de supposer qu'on pourrait aller beaucoup plus loin, s'il existait des filières plus fines que celles que je possède dans mes ateliers. »

ZOOLOGIE. — *Encore un mot sur la fécondation des Échinodermes.* Note de M. **H. Fol**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Quelques mots d'explication sur les arguments employés par M. Giard, dans sa dernière Note, me paraissent nécessaires et serviront, en ce qui me concerne, de clôture à ce débat.

(¹) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

» Si j'ai conseillé aux débutants de s'adresser d'abord aux *Asterias* et surtout aux individus malades, je n'ai dit nulle part que j'ai cru devoir choisir ces cas comme base de mes propres études ; je n'ai surtout jamais « considéré comme typiques les phénomènes observés dans de semblables » conditions ». Ni cette phrase, ni aucune phrase équivalente ne figure dans mes écrits ; elle serait en contradiction flagrante avec le sens de toutes mes descriptions. J'ai insisté, au contraire, longuement sur les différences qui séparent, des phénomènes normaux, ces cas pathologiques que j'ai découverts et nettement caractérisés comme anormaux ; j'ai toujours traité ces deux modes de fécondation dans des chapitres distincts.

» Les dessins qui accompagnent ma dernière Note ont été publiés, pour la première fois, dans le fascicule du 15 avril des *Archives de Genève*, et l'explication des figures indique, pour chacune d'elles, qu'elle a été copiée d'après le vivant. Ce Mémoire est connu de M. Giard, puisqu'il en cite des passages ; aussi je ne m'explique pas comment il parle de dessins faits « d'après des préparations longtemps conservées. »

» Je n'ai pas besoin de démontrer que les produits sexuels des Oursins, lancés dans la mer aux époques de pleine Lune (qui sont le moment de reproduction de ces animaux), c'est-à-dire au moment des grands courants, ne peuvent guère s'y rencontrer à l'état condensé. La discussion de ce point est superflue, puisque le but de ces expériences est, si je ne me trompe, d'arriver à observer les détails de la fécondation directement sous le microscope. Or il est difficile de concevoir qu'un œuf déjà fécondé et hérissé de zoospermes, qui le font tourner sur lui-même, soit un objet d'étude bien favorable. Le procédé que j'emploie ne peut être bien éloigné de la réalité, puisqu'il ne me donne même pas 1 pour 100 d'œufs pathologiques ; mes préparations en font foi.

» Pour les Oursins de la Méditerranée que j'ai étudiés, je nie l'existence de ce cône d'attraction qui se forme chez *l'œuf d'Astérie devant le zoosperme le plus rapproché du vitellus;* il n'apparaît sur l'œuf mûr de ces Oursins, avant la fécondation, aucune protubérance hyaline ; mais je n'ai pu songer à contester l'existence du cône d'exsudation que j'ai vu prendre naissance aussitôt après la fécondation, aussi bien chez les Oursins que chez les Astéries. Or la saillie hyaline, que M. Giard décrit chez l'*Amphidetus*, ne pouvant être qu'un cône d'exsudation, ainsi que je l'ai indiqué précédemment, puisque ses observations ont porté forcément sur des œufs déjà fécondés, je ne puis comprendre pourquoi cet auteur représente son observation comme étant en contradiction avec les miennes.

» Les globules polaires, en sortant du vitellus non fécondé de l'Astérie ne soulèvent point de pellicule préformée; ils s'entourent d'une petite portion de la couche superficielle encore plastique du vitellus. Cette couche qui les entoure ne se différencie en une membrane propre que lorsque les sphérules de rebut sont entièrement détachées. Mes opinions sur ce point ne concordent donc nullement avec celles de M. Giard, et le désaccord est encore plus complet au sujet des Oursins. En effet, chez les *Toxopneustes* et les *Sphærechinus* de la Méditerranée, les globules polaires ne se rencontrent que rarement, pour les raisons que j'ai indiquées, mais ils ne sont ni petits, ni difficiles à voir; ils sont même relativement bien plus gros que chez les *Asterias*. O. Hertwig et moi, étudiant chacun de notre côté ce même sujet, sommes arrivés simultanément aux mêmes conclusions, à savoir que ces globules se détachent aussitôt de l'ovule, n'étant retenus par aucune membrane, et se perdent dans l'ovaire. O. Hertwig a montré, en outre, que ces globules sont au nombre de deux. D'autre part, j'ai trouvé parfois, chez les mêmes Oursins, des corpuscules fort petits, très-pâles et d'ordinaire en nombre supérieur à deux, logés entre le vitellus et la membrane vitelline externe (car les Oursins ont deux membranes vitellines dont l'interne, qui reste accolée au vitellus, se forme plus tard que l'autre). Or, si les premiers globules sont évidemment des sphérules de rebut, puisqu'ils se forment aux dépens de l'amphiaster qui résulte de la transformation de la vésicule germinative, ces derniers corpuscules pâles doivent être de tout autre nature. Les globules décrits par M. Giard paraissent répondre très-exactement à ces derniers. Les considérations que j'avais précédemment publiées (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 268) rendaient très-probable l'existence de globules polaires chez l'Oursin. J'ai cru que M. Giard était arrivé à les voir en même temps que Hertwig et moi; j'ai maintenant à ce sujet une opinion différente.

» Comme tout le monde n'a pas sous la main les ouvrages de A. Agassiz pour vérifier la citation de M. Giard, il n'est peut-être pas inutile d'observer que l'éminent zoologiste n'a pas accordé d'attention spéciale aux premiers phénomènes du développement de l'Oursin. Il se borne à dire que ces phénomènes sont les mêmes que chez l'Astérie, ce qui n'est évidemment pas exact, et ne consacre aux globules polaires de l'Oursin qu'une phrase, reproduite par M. Giard, et qui ne dit rien sur la position de ces globules relativement aux membranes vitellines.

» Dans sa première Note, publiée plusieurs semaines après les miennes, M. Giard émit, à titre de supposition, l'idée que le zoosperme traverserait

par diffusion la membrane vitelline qu'il croit préexistante. J'ai observé, sur le vivant, que le zoosperme ne traverse pas de membrane et que son corps pénètre comme tel dans le vitellus; mes préparations démontrent encore aujourd'hui ce fait capital. »

ZOOLOGIE. — *Métamorphoses de la Cantharide* (Cantharis vesicatoria). Note de M. LICHTENSTEIN.

« Il y a longtemps que les entomologistes de tous les pays cherchent à découvrir les transformations de la Cantharide; M. Mulsant de Lyon disait, en 1837, dans son histoire des vésicants :

« L'étude des métamorphoses des Cantharides fournira le sujet d'un chapitre curieux au naturaliste qui parviendra à en suivre le développement. »

» Depuis cette époque j'étudie cette question : aujourd'hui enfin je crois pouvoir donner l'histoire complète depuis l'œuf jusqu'à la chrysalide.

» Le 27 juin, j'ai pris de nombreuses Cantharides sur le frêne, en choisissant les femelles fécondées ayant le ventre gonflé d'œufs. Elles se sont mises deux ou trois jours après à creuser la terre du vase où je les tenais captives et m'ont pondu, dans les petits trous cylindriques formés par elles, des masses de 50 à 60 œufs et plus, agglomérés et d'un blanc hyalin. Sept jours environ après la ponte, il est sorti de ces œufs des larves appelées par Léon Dufour des *Triongulins*, et figurées par Réaumur, Ratzburg et Mulsant. Elles ont 1 millimètre de long et sont d'un brun foncé, avec les deux anneaux du méso et métathorax et le premier segment de l'abdomen blanchâtres. L'abdomen est terminé par deux longs filets. Cela était déjà connu.

» Après mille essais infructueux, je suis parvenu à faire accepter à ces larves une nourriture artificielle, consistant en estomacs de mouche à miel venant de pomper le suc des fleurs. Ces larves ont grossi et, cinq ou six jours après, leur peau s'est fendue. Alors, il m'est apparu une larve toute différente, d'un blanc de lait, sans appendices caudaux et n'ayant plus que des téguments très-mous à la place de l'enveloppe coriace qu'elle venait de rejeter. Ici encore, j'ai dû tâtonner pour trouver une nourriture acceptable, et présumant que dans la nature elles vivent du miel concret des abeilles souterraines, des genres *Halictus*, *Andrena* et voisins, je leur ai offert du miel d'*Osmia* et surtout de *Ceratina*, le seul que j'eusse sous la main dans mes élevages d'*Apiaires*.

» Quoique répugnant assez à cette nourriture, qui évidemment n'est pas

celle à laquelle la nature les a destinées, mes larves, n'en trouvant pas d'autre dans les tubes en verre qui leur servaient de prison, ont mangé le miel de *Ceratina* et ont grossi et mué trois fois. Successivement les mâchoires, d'abord lisses et très-pointues, prennent au côté interne une et puis deux dents, les antennes changent de forme, les yeux, très-visibles d'abord, disparaissent de plus en plus, et enfin, après trente jours, une larve, arrivée à tout son développement (ayant environ 2 centimètres de long), s'agitait inquiète dans le tube, en m'indiquant assez qu'il lui manquait une condition indispensable à sa transformation, la terre.

» Je voulais bien la lui fournir, mais je voulais en même temps pouvoir continuer à l'observer. Je pris alors un tube en verre d'environ 2 centimètres de diamètre, bouché à son extrémité par un morceau d'éponge et ayant 3 pouces de long; je l'enfonçai dans la terre humide d'un vase; puis, après l'avoir rempli lui même de terre meuble de jardin, j'y posai ma larve. Elle ne tarda pas à manœuvrer avec ardeur; grâce à ses robustes pattes et à ses mandibules cornées, elle s'enfonça vite et se déroba à mes regards. Cela se passait le 7 septembre; après avoir attendu huit jours, j'ai retiré avec soin le tube en verre et à ma grande joie j'ai vu contre ses parois une petite loge arrondie dans laquelle reposait ma larve. Mais, dès le lendemain, c'est-à-dire le 16 septembre, ainsi neuf jours après s'être enfoncée, la peau de la dernière larve s'est fendue à son tour et m'a laissé en présence de la *pseudonymphe* commune, je crois, à tous les vésicants, c'est-à-dire qu'il y a une véritable chrysalide à coque coriace entourant la nymphe réelle qui se dessinera plus tard.

» J'aurais dû peut-être attendre l'éclosion pour faire à l'Académie la Communication actuelle; mais, comme la dernière transformation n'aura lieu que vers le printemps, j'ai pensé qu'il y avait toujours intérêt à faire connaître la Cantharide dans ses diverses formes, depuis l'œuf jusqu'à la *pseudonymphe*. Cette dernière est légèrement courbée en arc d'un brun clair, avec la tête et les pattes se dessinant sous forme de mamelons obtus. La peau de la larve est complétement rejetée, tandis que chez les *Méloès* elle enveloppe à moitié la *pseudonymphe* et chez les *Sitaris* elle la recouvre entièrement (¹).

(¹) Cette Communication sommaire sera complétée dans un travail que je prépare avec M. Valéry Mayet, qui s'occupe actuellement à faire les dessins des divers états de l'insecte. Ce travail paraîtra dans les *Annales de la Société entomologique de France*.

» Je ne me dissimule pas combien sont imparfaites les observations faites en dehors de toutes les conditions normales de l'existence d'un insecte ; je ne crois pas non plus à une application pratique de la production *artificielle* des Cantharides; mais j'espère que l'Académie accueillera avec bienveillance la solution d'un problème entomologique cherchée depuis longtemps ».

PHYSIOLOGIE. — *Note relative à l'antagonisme mutuel de l'atropine et de la muscarine;* par M. **J.-L. Prevost**, de Genève.

« Les expériences que je résume ici [1] font partie d'une étude sur l'antagonisme physiologique, que j'ai communiquée le 14 septembre 1877 à la Section des sciences biologiques du Congrès international des sciences médicales (Genève, 5e session, 9 au 15 septembre).

» On sait, depuis les expériences de MM. Schmiedeberg et Kopp, que l'atropine est antagoniste et antidote de la muscarine. En effet, non-seulement l'atropine est capable de faire cesser tous les symptômes produits par la muscarine, mais cet agent peut être considéré comme antidote de la muscarine et empêche la mort d'être produite par l'administration d'une dose toxique de muscarine. Mes expériences n'ont fait que confirmer, à cet égard, les faits observés par MM. Schmiedeberg et Kopp et par d'autres.

» L'antagonisme mutuel des deux poisons est nié jusqu'à ce jour par les divers expérimentateurs, qui tous ont soutenu que la muscarine ne produit pas d'effet chez les animaux qui ont reçu une dose même minime d'atropine.

» Mes expériences sont contraires à cette manière de voir, et démontrent qu'il suffit de recourir à des doses élevées de muscarine pour que ce poison produise ses effets toxiques chez les animaux préalablement atropinisés. Plusieurs expériences ont consisté à injecter localement dans les artères de la glande sous-maxillaire (procédé de M. Haidenhain) une forte dose de muscarine chez des chats chloralisés, dans les veines desquels une dose de 1 à 5 milligrammes de sulfate d'atropine avait été injectée.

» Aussitôt que je suis arrivé à la dose de 10 à 20 centigrammes de muscarine [2], j'ai vu se produire une forte excrétion salivaire, comme si l'animal n'avait pas reçu d'atropine.

---

(1) J'ai été aidé dans ces expériences par MM. Vincent et Ravenel, internes à l'hôpital cantonal de Genève, et par M. Saloz, assistant de clinique médicale dans le même hôpital.

(2) La muscarine dont je me suis servi a été préparée par M. le professeur Denis Mon-

» En injectant la muscarine dans le bout périphérique d'une branche de l'artère mésentérique, j'ai vu se produire des contractions vermiculaires tétaniformes de l'anse intestinale correspondante, malgré l'atropinisation préalable des animaux en expérience (chats, lapins, coqs, pigeons). Ce résultat a été moins constant et moins brillant que pour la sécrétion salivaire.

» Dans plusieurs expériences, j'ai injecté, dans la circulation veineuse de chats préalablement atropinisés, de très-hautes doses de muscarine; les symptômes, salivaires, oculaires, intestinaux, respiratoires, dus à la muscarine, se sont produits.

» Sur un chat opéré le 31 juillet 1877, j'ai pu voir deux fois l'effet de la muscarine se montrer successivement, malgré l'injection préalable de sulfate d'atropine dans les veines, s'élevant la seconde fois à la dose de 5 milligrammes. Il a fallu recourir à des doses très-élevées de muscarine pour obtenir ce résultat.

» 2 milligrammes de sulfate d'atropine injectés d'abord ont été neutralisés par 76 centigrammes de muscarine.

» 5 milligrammes de sulfate d'atropine injectés dans la même veine ont suspendu l'action de la muscarine qui a réapparu à la suite d'une injection de $2^{gr},20$ de muscarine.

» Le chat en expérience a reçu en tout, et successivement, 7 milligrammes de sulfate d'atropine et 3 grammes de muscarine.

» Cette expérience a été répétée avec le même succès sur d'autres animaux.

» Ces expériences me permettent de conclure que l'antagonisme de l'atropine et de la muscarine est mutuel, et qu'il suffit de recourir à des doses élevées de muscarine pour constater l'effet de ce poison chez des animaux préalablement atropinisés, fait que les expérimentateurs ont nié jusqu'à ce jour.

» Mes expériences n'ont eu en vue que l'étude de l'antagonisme des deux poisons et ne me permettent pas d'affirmer que la muscarine soit à haute dose l'antidote de l'atropine, comme l'atropine est andidote de la muscarine, même à faible dose. »

---

nier, de Genève, avec des *Agaricus muscarius* recueillis dans les environs de Genève. C'est un produit moins énergique et moins pur que celui que décrivent MM. Schmiedeberg et Kopp. J'estime que l'énergie de la muscarine que j'emploie est approximativement dix fois moindre que celle de MM. Schmiedeberg et Kopp, mais les effets produits sont exactement semblables, à dose environ dix fois plus forte.

MÉTÉOROLOGIE. — *Trajectoire du bolide du 14 juin 1877.* Note de M. GRUEY.

« J'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie l'observation d'un bolide remarquable, faite à Clermont-Ferrand, le 14 juin 1877, à 8^h55^m du soir, temps du lieu ([1]). Avec le bienveillant concours de l'Observatoire du Puy-de-Dôme et de la presse de Clermont, j'ai pu entreprendre une enquête et recueillir un bon nombre d'observations, que j'ai réunies et discutées ([2]).

» En combinant les observations de Bordeaux et d'Angoulême avec celle de Clermont, j'ai pu calculer complétement la trajectoire du bolide.

» Voici, en quelques mots, la marche suivie et les résultats obtenus:

« 1° Je constate l'identité du bolide par celle des heures d'observation, converties en temps de Paris ou par celle des trajectoires observées du même lieu. L'heure de l'apparition est 8^h52^m, temps de Paris.

» 2° Je détermine pour chaque lieu, sur la sphère céleste, le plan ou grand cercle de la trajectoire observée, en calculant l'inclinaison J de ce grand cercle sur l'équateur et l'ascension droite N de son nœud situé au-dessus de l'horizon de l'observateur.

A Bordeaux, je prends comme observés par MM. Laurendeau et Simon les cinq points suivants :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
Æ.....	212°	232°	257°	277°	350°	(1), (4), (5) Laurendeau.
D.....	+20	+22	+36	+43	+50	(2), (3), (4), (5) Simon.

Ils fournissent entre J et N cinq équations qui, traitées par la méthode de Cauchy et Villarceau, donnent

$$(b)\qquad N = 205^\circ 21', \quad J = 47^\circ 57',$$

avec les écarts suivants entre les divers points et le plan ainsi déterminé :

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
+8°	−3°	−4°	−3°	+3°.

» A Angoulême, le plan de la trajectoire apparente est très-bien déterminé; il se confondait avec le vertical d'Arcturus, ce qui conduit à

$$(a)\qquad N = 211^\circ 44', \quad J = 87^\circ 43'.$$

([1]) Voir le n° du 18 juin des *Comptes rendus*. Il porte par erreur, comme heure locale, 8^h40^m au lieu de 8^h55^m.

([2]) Les plus importantes géométriquement, les seules rapportées aux étoiles, sont les observations faites à Bordeaux et à Angoulême : à Bordeaux par M. Simon, professeur d'hydrographie (*Bulletin de l'Observatoire de Paris*), et par M. Laurendeau (journal *la Gironde*); à Angoulême par M. Arnaud (*Bulletin de l'Observatoire de Paris*).

» A Clermont, pour le plan d'apparition, tel que je l'ai défini dans ma Note du 18 juin, on trouve

$$(c) \qquad N = 152°18', \quad J = 17°46'.$$

» 3° Ces trois grands cercles se coupent sensiblement sur la sphère céleste en un point que je nomme *le radiant*. La direction qui va du radiant au centre de la sphère est la direction même du mouvement du bolide au moment de son apparition. Chaque grand cercle donne une équation entre les coordonnées du radiant; j'ai obtenu pour la position de ce point, par un système de trois équations, les nombres

$$R = 212°14', \quad D = 12°17',$$

et pour ses distances respectives aux trois grands cercles (a), (b), (c) :

(a)	(b)	(c)
0°	+3°	−3°.

» 4° J'ai calculé les azimuts z et les hauteurs h des points initial I et final F, pour les divers lieux d'observation et du point radiant R pour l'horizon de Bordeaux. Ce calcul m'a montré, après une discusssion des plus simples : 1° qu'à Bordeaux il fallait, pour I, prendre la moyenne des azimuts et hauteurs conclus des observations isolées de MM. Simon et Laurendeau; 2° qu'à Angoulême l'azimut commun de I et F était bien déterminé par le vertical d'Arcturus, mais que les hauteurs évaluées d'une manière vague et même obscure, à 10 degrés près au moins, devaient être abandonnées. J'ai obtenu ainsi le tableau suivant :

	I		F		R	
	z	h	z	h	z	h
Bordeaux.....	+19°.14′	63°.51′	+133°.4′	29°.6′	−1°50′	57°6′
Angoulême...	− 3.15	x	− 3.15	x		
Clermont.....	−53.13	40.0	− 75.15	10.50		

où les azimuts z sont comptés du sud, positivement à l'est, négativement à l'ouest.

» 5° Les pieds i, f des verticales des points extrêmes I, F étant déterminés chacun par trois lignes azimutales, j'ai pu calculer la position de ces pieds par un système de trois équations pour chacun d'eux. Les points i, f étant connus, ainsi que les hauteurs sous lesquelles les points I, F ont été vus de Bordeaux et Clermont, j'ai pu obtenir : 1° la longueur et l'azimut de la droite if; 2° la hauteur verticale de I et F, la longueur de IF et son inclinaison ω sur l'horizon de Bordeaux; 3° la vitesse v du bolide relative à la terre, et correspondant à une durée de quatre secondes, moyenne de trois observations, pour le trajet IF.

» Voici les résultats de ce calcul :

		i	f	if
	Longitude...	2°.19′ (O)	2°.13′ (O)	Longueur = 83′ = 154km
	Latitude....	43.53	45.16	Azimut = − 3°27′
Distance aux lignes azimutales de	Bordeaux...	5	1	
	Angoulême..	0	0	
	Clermont...	13	2	

		I	F	IF
Hauteur verticale par	Bordeaux...	235^{km}	41^{km}	Long. $= 271^{km}$ parc. en 4^s
	Angoulême .	x	x	Inclinaison $\omega = 53°37'$
	Clermont...	270	46	Vitesse relative du bolide :
	Moyenne....	252,5	43,5	$v = 68^{km}$ par seconde.

» Le volume reste inconnu, à cause des différences énormes entre les diamètres apparents observés du même lieu.

» J'ai simplifié un peu ce calcul en négligeant la courbure de la Terre entre les points Bordeaux, Angoulême, Clermont, i et f, dont la distance angulaire géocentrique est inférieure à 3 degrés, c'est-à-dire à l'erreur possible sur les azimuts et les hauteurs observés pour I et F.

» On voit que la direction de FI, donnée par ce tableau, coïncide presque avec celle que nous avait déjà donnée le radiant. J'ai pris, la moyenne 55°22′ entre les deux valeurs 57°6′ et 53°37′, trouvées pour l'inclinaison de FI; de cette moyenne et de la valeur de if j'ai conclu la longueur de IF.

» M. Simon évalue à cinq minutes la durée entre les instants de disparition et de détonation du bolide. De là on conclut une position assez voisine de celle que nous venons de donner pour F; mais, comme cette durée de cinq minutes peut facilement être erronée de 1 minute ou de $\frac{1}{5}$ de sa valeur, je l'ai considérée comme une vérification approchée et non comme un élément de calcul.

» M. Arnaud dit que le point initial à Angoulême était un peu au-dessous d'Arcturus; en le supposant à 12 degrés au-dessous, on trouve 252 kilomètres pour la hauteur de I, c'est-à-dire la moyenne hauteur adoptée.

» 6° Négligeant la rotation de la Terre, qui ne donne à Bordeaux qu'une vitesse de $0^{km},33$, j'ai composé sa vitesse de translation avec v et j'ai obtenu pour les grandeur et direction de la vitesse V du bolide relative au Soleil :

$$V = 93^{km} \begin{cases} \text{Longitude héliocentrique} \ldots\ldots\ldots & 15°17' \\ \text{Latitude héliocentrique} \ldots\ldots\ldots & -17°\ 3' \end{cases}$$

» Négligeant ensuite l'effet insignifiant de l'attraction de la Terre sur une vitesse aussi grande, et l'effet inconnu de la résistance de l'air, j'ai trouvé, pour le mouvement héliocentrique du bolide, les éléments suivants :

$\Omega = 83°49'$ $\quad a = 0,137$ $\quad \varpi = 286°50'$

$i = 18°14'$ $\quad e = 7,79$ $\quad$ Longitude à l'apparition $= 263°49'$

Mouvement direct.

» Le bolide s'approchait de son périhélie, dont il n'était éloigné que de 23°1′ sur une orbite très-hyperbolique. MM. Galle, Tissot, Heiss ont déjà trouvé pour quelques bolides des orbites hyperboliques. On peut en conclure que ces corps sont étrangers au système solaire et nous viennent des espaces stellaires.

» En comparant V avec la vitesse de translation V_1 du Soleil, on aurait la vitesse V_2 du bolide dans le système stellaire; mais ce calcul serait illusoire, l'erreur possible sur V étant presque de l'ordre de la valeur attribuée à V_1. Nous prendrons donc V en grandeur et direction comme représentant V_2 approximativement. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations météorologiques en ballon ;* par M. G. TISSANDIER.

« Nous avons exécuté, mon frère, M. Albert Tissandier, et moi, une nouvelle ascension aérostatique le samedi 29 septembre. Le départ a eu lieu à $3^h\,20^m$, sur le terrain de l'usine Flaud, près du Champ de Mars.

» Le temps était magnifique, le ciel bleu, le soleil ardent; cependant l'atmosphère n'était nullement homogène, comme cela se présente habituellement dans des circonstances analogues. Trois couches atmosphériques bien distinctes se superposaient dans l'ordre suivant :

1° De la surface du sol à 400 mètres, couche d'air animée d'un mouvement de translation très-faible de l'est à l'ouest. Elle était limitée à sa partie supérieure par une mince nappe de buée tout à fait transparente dans le sens vertical, mais très-visible horizontalement.

» 2° De 400 mètres à 800 mètres, couche d'air d'une température de 14 degrés (thermomètre fronde), douée d'un mouvement de translation assez rapide de l'est à l'ouest. Le ballon, dans cette couche, marchait en effet avec une vitesse de 20 à 25 kilomètres à l'heure.

» 3° De 800 à 1000 mètres, nous avons traversé une deuxième nappe de buée, nettement limitée à 1000 mètres d'altitude. Au-dessus, l'air était presque absolument immobile. A 1100 mètres, point culminant de l'ascension, le ballon restait stationnaire, comme nous l'avons constaté en prenant un point de repère sur le sol, au moyen du guide-rope, pendu sous la nacelle. A cette altitude, l'air n'était pas à une température élevée (11°, 50), cependant les rayons solaires étaient tout à fait brûlants.

» Cette observation d'une couche d'air de 400 mètres d'épaisseur, glissant assez vite entre deux autres couches atmosphériques presque immobiles, est, croyons-nous, un fait rare. C'est la première fois que nous l'avons observé.

» A 800 mètres d'altitude, nous avons rencontré, planant autour de nous, un assez grand nombre de *fils de la Vierge*. Ce fait, que j'ai déjà constaté précédemment, montre que, sous l'influence du Soleil ou de petits mouvements tourbillonants, les corpuscules légers en suspension dans l'air peuvent s'élever à une assez grande hauteur.

» J'avais emporté du nitrate d'ammoniaque pour faire un mélange réfrigérant, afin de condenser du givre dans le but d'étudier les poussières atmosphériques à différentes altitudes; mais la formation du givre, que j'a-

vais pu déterminer à terre, n'a pas réussi dans la couche supérieure de l'air. Le milieu ambiant était très-sec et les rayons solaires très-intenses ([1]). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un halo observé à Brest le 31 août 1877;* par M. SALICIS.

« Le 31 août, à 6 heures du soir, par une jolie brise d'ouest-sud-ouest, il s'est produit à Brest un très-beau halo. Le diamètre intérieur était de 44 à 45 degrés; la largeur de la couronne irisée était de 3 degrés environ. Celle-ci formait comme le limbe d'un vaste éventail dont les lames partaient du Soleil, les deux extrêmes formant entre elles un angle de 115 degrés.

» L'éventail présentait un si grand nombre de rayons qu'on pouvait le comparer à une immense arragonite. Les rayons apparaissaient comme à travers une neige transparente granulée par le vent; le soleil lui-même, bien que brillant, ne passait qu'à travers un rideau blanc et vaporeux. Un assez grand nombre de rayons, plus éloignés que la couche nuageuse où se passait le phénomène et plus compactes que les premiers, se prolongeaient bien au delà du halo et, plus durables que lui, changeaient de tons à mesure que l'heure avançait.

» Vers $6^h 15^m$, les couleurs du halo se fondirent en une seule nuance d'un brun rougeâtre peu vigoureux et l'éventail lui-même passa au gris-brun; à $6^h 30^m$ les dernières traces du phénomène s'évanouissent.

» La zone de nuages s'arrêtait brusquement vers le nord suivant une ligne horizontale nette, au-dessous de laquelle s'étendait le bleu pur. La fin du jour fut très-belle; le soleil se coucha dans un amas de nuages pourprés. Vingt-quatre heures après, rien n'avait changé dans le temps, qui s'est maintenu beau. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réflexions sur les travaux météorologiques de* M. Brault; par M. BUYS-BALLOT. (Extrait.)

« Les travaux météorologiques de M. Brault jouissent d'une considération méritée; ses cartes, qui sont aujourd'hui réglementaires à bord des bâtiments de la flotte française, sont certainement appliquées à rendre à la fois service à la Marine et à la Météorologie. Au dernier congrès international de Géographie, la Section compétente a émis un vœu que M. Brault

---

([1]) C'est à l'obligeance de M. Henri Giffard que nous devons ce nouveau voyage aérien. Le ballon, qui cubait 450 mètres, a été gonflé au moyen du nouvel appareil que cet éminent ingénieur a construit pour la préparation en grand de l'hydrogène pur. Cet appareil, qui servira à remplir le grand ballon captif de Paris en 1878, a très-bien fonctionné. Grâce au système d'écoulement constant des résidus de la réaction déterminée par l'action de l'acide sulfurique étendu sur le fer, grâce à des dispositions mécaniques très-ingénieuses, l'hydrogène s'y produit en quelque sorte automatiquement et avec une étonnante rapidité. »

a dû considérer comme un témoignage d'approbation générale, et auquel, pour ma part, je m'associe de grand cœur.

» Toutefois, il est deux points sur lesquels cet auteur revient sans cesse dans ses Notes et ses écrits, et sur lesquels je demande à l'Académie la permission de présenter quelques observations.

» 1° *De la division en temps et en carrés des cartes de la Météorologie nautique.* — M. Brault nie, avec une grande énergie, la nécessité des cartes mensuelles par 1 degré; qu'il me permette de dire que je crois qu'il se trompe, et que les raisons qu'il a données jusqu'ici ne sont pas concluantes. En effet, considérons un des carrés de 5 degrés de côté des cartes de M. Brault. Si l'on demande la différence qui existe entre les vents qui soufflent dans la partie septentrionale et ceux qui soufflent dans la partie méridionale du carré considéré, il est évident d'abord qu'il est impossible de répondre à l'aide de ces cartes. Supposons, au contraire, le même carré de 5 degrés de côté divisé en 25 carrés de 1 degré, et les courbes correspondant à ces carrés de 1 degré construites; de deux choses l'une : ou bien les courbes seront les mêmes dans la partie septentrionale et la partie méridionale, ce qui prouvera que les vents sont les mêmes sur toute la surface du carré de 5 degrés, ou bien les courbes seront différentes, et elles prouveront que les vents ne sont pas les mêmes sur toute la surface du carré de 5 degrés, en indiquant même les différences qui existent entre ces vents.

» Les cartes par 1 degré permettent donc souvent de conclure là où les cartes de 5 degrés ne permettent pas de le faire; et l'on voit, par ce seul exemple, l'utilité des cartes par 1 degré.

» M. Brault dit aussi que, lorsqu'on fait un dépouillement général par mois, on peut trouver une bande des calmes équatoriaux, tandis qu'il n'y a, en réalité, de bande de calmes entourant la Terre absolument nulle part, etc. Mais c'est précisément pourquoi je ne pense pas qu'on doive, dans ce cas, réunir *a priori* les résultats de tout un mois, pas plus que ceux de 25 carrés de 1 degré, et que je fais alors distinguer les dates des mois dans les dépouillements qu'on poursuit à l'Institut météorologique néerlandais. J'arriverai certainement ainsi à savoir si les calmes existant à une certaine époque de l'année dans telle partie équatoriale de l'Océan ne sont pas transportés dans une autre région à la même époque des années suivantes.

» Enfin je ne voudrais pas non plus qu'on se méprît sur ma pensée et qu'on pût croire, par exemple, que je regarde comme absolument néces-

saire la *publication* de cartes générales par 1 degré, pour *toutes* les parties de l'Océan, par exemple pour celle des alizés. Je dis seulement qu'il faut en passer par des cartes à 1 degré (qu'on les publie ou non) pour arriver à une solution satisfaisante. Je ne m'élève donc pas contre la réunion qu'on peut faire, après coup, d'un grand nombre de carrés de 1 degré, puisque moi-même, dans mon dernier atlas de l'Atlantique nord, j'ai groupé ensemble quelquefois plus de 100 carrés de 1 degré pour lesquels j'avais trouvé un même régime de vents. Ce que je ne comprends pas, c'est que M. Brault ne reconnaisse pas la nécessité absolue des cartes de 1 degré pour déterminer précisément les limites des parages où le vent souffle dans la même direction, limites que ne donne pas *a priori* la division de 5 degrés à l'aide des parallèles et des méridiens.

» Et je ferai la même remarque pour la division de l'année en temps. Il n'est pas possible que l'on divise *a priori* l'année en parties égales; il faut d'abord la diviser en petites parties, pour voir *a posteriori* quelles divisions en temps il convient d'adopter.

» 2° *De la nécessité absolue des cartes simultanées.* — M. Brault a écrit quelque part que l'avenir de la Météorologie était aux *cartes simultanées*. Cette fois, j'applaudis sans restriction à de telles paroles, qui sont certainement l'expression d'une vérité incontestable. De plus, les observations simultanées terrestres qu'on fait aujourd'hui sont insuffisantes, et la grande question serait de pouvoir les étendre, par exemple, à la surface des mers, « appliquer en un mot, ainsi que le dit M. Brault, les observations mari- » times à la Météorologie dynamique, comme autrefois Maury les appliqua à » la Météorologie statique ». M. Brault a indiqué un projet de *cartes nautiques simultanées*. Deux points m'ont frappé dans ce projet; ce sont les seuls dont je parlerai aujourd'hui. D'abord je n'ai pas compris pourquoi l'auteur enlevait au projet son caractère de généralité, en limitant tellement le nombre des cartes simultanées qu'il réclame. Ne serait-il pas préférable, et presque aussi facile d'obtenir, comme le général Meyer, directeur de l'Observatoire de Washington, l'a proposé, que les marines fissent tous les jours des observations simultanées, comme elles font aujourd'hui des observations de Météorologie statique. Puis, j'aimerais à ajouter que ces observations simultanées ne sont que la base des recherches, que ce sont seulement les écarts avec les moyennes normales qui nous seront vraiment utiles, et qu'il faut pour cela chercher à établir celles-ci.

» Ce sont les seules objections que je ferai à M. Brault, tout en applaudissant, je le répète, à l'insistance et à l'énergie qu'il met à réclamer l'exé-

cution des cartes générales simultanées. Il en faudra venir aux cartes générales simultanées, cela est incontestable. Espérons donc que les gouvernements ne tarderont pas à s'entendre pour que nous puissions les obtenir. »

M. C. Hoff adresse divers documents sur les marées volcaniques qui ont été observées à Sydney et en Nouvelle-Zélande au mois de mai dernier.

M. G. Grimaud (de Caux) adresse une Note relative à l'application des principes de la citerne vénitienne, pour recueillir les eaux pluviales dans des conditions favorables à l'alimentation.

L'auteur a développé, dans une brochure publiée il y a une quinzaine d'années et expédiée aux agents-voyers, les principes d'après lesquels les citernes doivent être construites pour satisfaire aux conditions dont il s'agit. Il signale aujourd'hui à l'Académie une citerne construite à Orsay, par A. Guillemin, comme fonctionnant depuis sept ans d'une manière absolument satisfaisante; elle a fourni toujours de l'eau pure, limpide et fraîche.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 aout 1877.

(suite.)

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXIV, 1876-1877; serie terza, Transunti, vol. I, fascicolo settimo, giugno 1877. Roma, tipi Salviucci, 1877; in-4°. (2 exemplaires.)

Catalogus van de Boeken op 1 januari 1877 aanwezig in de biblioteek der sterrenwacht te Leiden, uitgegeven door H.-G. V. de Sande Backhuysen.

Boletin de la Sociedad geografica de Madrid; t. II, n° 2; t. III, n° 1. Madrid, impr. Fortanet, 1877; 2 liv. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 SEPTEMBRE 1877.

Traité de navigation. Navigation astronomique. Nouvelle navigation astronomique : Théorie, par M. YVON VILLARCEAU; *Pratique, par* M. AVED DE MAGNAC. Paris, Gauthier-Villars, 1877; in-4°.

Bibliothèque de l'École des Hautes-Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Section des Sciences naturelles; t. XVI. Paris, G. Masson, 1877; in-8°. (2 exemplaires.)

Conservation des blessés de la guerre et de l'industrie. Traitement balsamique et pneumatique de l'ambulance municipale de l'Administration générale des Postes. Aperçu historique; par le Dr E. LANTIER. Paris, Librairie du journal *Les Mondes*, 1877; in-18. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

La sélection naturelle et les maladies parasitaires des animaux et des plantes domestiques; par le Dr F.-A. FOREL. Sans lieu, ni date; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la bibliothèque universelle.*)

Observatoire magnétique et météorologique de Zi-ka-wei (Chine). Bulletin mensuel, publié par le P. MARC DECHEVRENS; n° 29, 4e année, janvier 1877. Sans lieu ni date; in-4°.

A proposed new method in solar spectrum analysis; by S.-P. LANGLEY. Sans lieu ni date; opusc. in-8°. (From the *American journal of Science and Arts*, vol. XIV, 1877.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 SEPTEMBRE 1877.

Recherches sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants; par le comte DU MONCEL. Paris, Gauthier-Villars; Caen, Le Blanc-Hardel, 1871; in 8°.

Flore régionale de toutes les plantes, etc.; par le Dr ECORCHARD. Paris, Librairie agricole, 1877; in-12. (3 exemplaires.)

Rapport général sur les travaux des conseils d'hygiène publique et de la salubrité du département de Meurthe-et-Moselle pendant les années 1874-1875; *par* E. DELCOMINÈTE, t. XIII. Nancy, impr. Collin, 1876; in-8°.

Commission de Météorologie de Lyon, 1875. Lyon, impr. Pitrat, 1876; in-8°.

Le Congrès phylloxérique international de Lausanne, août 1877; *par* DEMOLE-ADOR. Berne, impr. Staempfli, 1877; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Atlas des mouvements supérieurs de l'atmosphère; par H. HILDEBRAND HILDEBRANDSSON. Stockholm, impr. Beckman, 1877; in-4°.

Dynamique organique, origine et principes de la Biologie générale; par A. BAUDRIMONT. Bordeaux, impr. Duverdier, 1877; br. in-8°.

Observations sur les équivalents chimiques, comparés aux éléments corpusculaires; par M. A. BAUDRIMONT. Paris, typogr. Veuve Renou, Maulde et Cock, 1877; br. in-8°.

De la naphtaline dans la fabrication du gaz d'éclairage; par M. L. BRÉMOND. Versailles, impr. Cerf, 1877; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 SEPTEMBRE 1877.

Atlas météorologique de l'Observatoire de Paris; t. VIII, année 1876, texte et cartes. Paris, Ch. Chauvin et Gauthier-Villars, 1877; in-4° oblong.

La végétation du globe; par A. GRISEBACH, ouvrage traduit de l'allemand, par P. DE TCHIHATCHEF; t. II, 2e et dernier fascicule. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1878; br. in-8°.

Destruction successive du Phylloxera. Procédé L. Boudet et P. Sylvestre. Montpellier, Coulet, 1877; br. in-8°.

Congrès phylloxérique international. Lausanne, du 6 au 18 août 1877. Rapport présenté à la classe d'Agriculture de la Société des Arts de Genève; par M. F. DEMOLE. Genève, impr. Véresoff, 1877; br. in-8°.

(Ces deux derniers ouvrages sont renvoyés à la Commission du Phylloxera.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, année 1875-1876. Châlons-sur-Marne, A. Denis, 1877; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LES SÉANCES DES 24 SEPTEMBRE ET 1er OCTOBRE.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. LXXXVII, t. XI, 2e partie,

nouvelle série; t. XII, nouvelle série. Paris, Impr. nationale, 1877; 3 vol. in-4°.

Notes sur diverses variétés de café et, en particulier, sur les cafés du Brésil; par M. le général MORIN. Paris, impr. Capiomont et Renault, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers.*)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; août et septembre. Paris, Dunod, 1877; 2 livr. in-8°.

Sur l'action locale des acides dilués; par M. le Dr DU MOULIN. Bruxelles, H. Manceaux, 1877; br. in-8°.

Procès-verbal de la soixantième séance générale de la Société des Arts, tenue le jeudi 24 mai 1877 à 2 heures à l'Athénée. Sans lieu ni date; br. in-8°.

L'Araucanie. Notice sur les mœurs de ses habitants et sur son idiome; par le prince O.-A. DE TOUNENS. Bordeaux, Feret, 1877; in-18.

Mémoire sur les divers modes de structure des roches éruptives, étudiées au microscope au moyen de plaques minces; par MICHEL LÉVY. Paris, Dunod, 1875; br. in-8°.

Structure microscopique des roches acides anciennes; par M. MICHEL LÉVY. Meulan, impr. Masson, sans date; br. in-8°.

Note sur les roches porphyriques du terrain anthracifère; par M. MICHEL LÉVY. Sans lieu ni date; opusc. in-8°.

Note sur une classe de roches éruptives intermédiaires, entre les granites porphyroïdes et porphyres granitoïdes. Groupe des Granulites; par M. MICHEL LÉVY. Meulan, impr. Masson, 1874; opusc. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Note sur quelques roches analogues aux porphyres granitoïdes de la Loire; par MICHEL LÉVY. Meulan, impr. Masson, 1873; opusc. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Note sur les roches porphyriques des environs du lac de Lugano; par M. MICHEL LÉVY. Meulan, impr. Masson, 1875; opusc. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Note sur divers états globulaires de la silice; par MICHEL LÉVY. Meulan, impr. Masson, 1876; opusc. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Note sur le Kersanton; par MICHEL LÉVY et H. DOUVILLÉ. Meulan, impr. Masson, 1876; opusc. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Mémoire sur la variolite de la Durance; par M. MICHEL LÉVY. Meulan, impr. Masson, 1877; opusc. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Arboretum segrezianum. *Énumération des arbres et arbrisseaux cultivés à Segrez (Seine-et-Oise); par* Al. LAVALLÉE. Paris, J.-B. Baillière, 1877; in-8°. (Présenté par M. Decaisne.)

Amphiorama ou la vue du monde; par F.-W. TRAFFORD. Lausanne, impr. Bridel, 1877; br. in-8°.

The pharmaceutical Journal and transactions; may, june, july 1877. London, Churchill, 1877; 3 livr. in-8°.

The Journal of the royal geographical Society; volume the forty-sixth, 1876. London, John Murray, 1877; in-8° relié.

Proceedings of the royal geographical Society; vol. XXI, n°s 4-5. London, 1877; 2 liv. in-8°.

The quarterly Journal of the geological Society; vol. XXXIII, n° 130. London, 1877; in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; VIIe série, t. XXII, n°s 11 et 12; t. XXIII, n°s 2 à 8; t. XXIV, n°s 1, 2 et 3. Saint-Pétersbourg, 1876-1877; 12 liv. in-4°.

Recherches sur l'ovaire et l'œuf des insectes; par A. BRANDT. Moscou, 1876; in-4° en langue russe.

Ueber die Eifurchung der Ascaris nigrovenosa; von A. BRANDT. Sans lieu, ni date; br. in-8°.

Déclinaisons moyennes corrigées des étoiles principales pour l'époque 1845,0, *déduites des observations faites au cercle vertical de Poulkova dans les années* 1842-1849, *et recherches sur les erreurs de division du cercle; par* MAGNUS NYREN. Saint-Pétersbourg, impr. de l'Académie, 1875; in-4°.

Hilfstafeln zur Berechnung der polaris-azimute Zurachst, mit Rucksicht auf die Zeibestimmung im Verticale des Polarsterns; von E. BLOCK. Saint-Pétersbourg, impr. de l'Académie, 1875; in-4°.

Illuminazione e segnalamento dei littorali e dei porti. Memoria di A. CIALDI. Roma, tipogr. Barbera, 1877; in-8°. (Présenté par M. de Tessan.)

Enumeracion de las plantas europeas que se hallan como sylvestres en la provincia de Buenos-Aires y en Patagonia; por Carlos Berg. Buenos-Aires, impr. de Pablo e Coni, 1877; br. in-8°.

Estudios lepidopterologicos acerca de la fauna argentina, oriental y brasilera; por el Dr Carlos Berg. Buenos-Aires, impr. de Pablo e Coni, 1877; br. in-8°.

Orugas acuaticas de la familia de Bombycidæ. Palustra azollæ y palustra tenuis; por el Dr Carlos Berg. Buenos-Aires, impr. de Pablo e Coni, 1876; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 OCTOBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur un incident qui s'est produit au Congrès de Stuttgart;* Communication de M. Faye.

« Dans la dernière séance du Congrès géodésique international, réuni cette année à Stuttgart, M. le général Ibañez a lu une Note importante sur les travaux récents de l'Institut géodésique qu'il dirige en Espagne. Voici un passage de cette Communication; M. le général Ibanez a bien voulu m'en laisser copie et m'autoriser à en faire usage.

» Je ne crois pas pouvoir mieux faire que de vous le lire publiquement :

« Comme premier renseignement sur l'accord, dans la région nord-est » de l'Espagne, des réseaux français et espagnol, il m'a semble utile de faire » calculer le côté *Rodós-Matagalls,* en partant de la base française de Per» pignan et en employant d'abord jusqu'à la frontière les anciens angles » français, et ensuite ceux de notre réseau, sans compensation géomé» trique. Le résultat a été extraordinairement satisfaisant. Le chiffre de » $21933^{m},35$, ainsi obtenu, ne diffère de la valeur résultant de la base » de Vich, très-proche dudit côté et mesuré par moi cet été, que de $0^{m},10$,

» et, quoique cette petite quantité de $\frac{1}{219000}$ sera peut-être augmentée par » la valeur définitive des angles après la compensation, elle donne dès à » présent des assurances sur le bon raccordement, dans la région indi- » quée, des travaux géodésiques des deux nations.

» Je ferai remarquer que, les deux bases de Perpignan et de Vich étant » si rapprochées, la comparaison des deux valeurs du côté *Rodos-Mata-* » *galls* dispense de mesurer une même base avec des appareils appartenant » aux deux pays limitrophes; d'autant plus que la règle espagnole a été » directement comparée par M. Yvon Villarceau et par moi au module » de Borda, règle n° 1 de son appareil, déposée comme étalon géodésique » à l'Observatoire de Paris.

» Je suis heureux de rendre, à cette occasion, devant les géodésiens » modernes, un hommage public d'admiration aux noms déjà si vénérés » de Delambre, de Méchain et du colonel Coraboeuf. »

» L'Académie appréciera l'hommage solennel qui a été rendu à nos compatriotes par le savant officier espagnol. J'ajoute que cet hommage a été aussitôt confirmé par l'adhésion sympathique de tous les membres du Congrès.

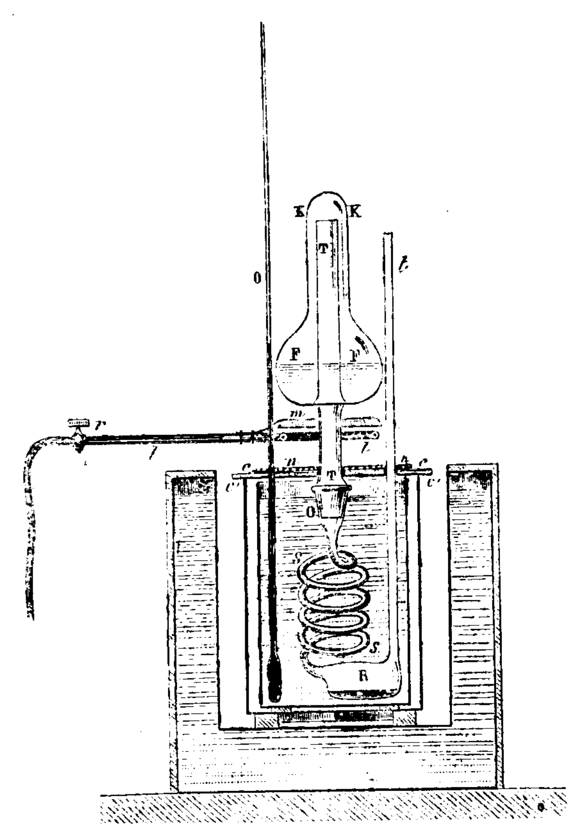
» Étaient présents les délégués militaires et civils de l'Autriche, de la Bavière, de la Belgique, de l'Espagne, de la France, de la Hesse-Darmstadt, de l'Italie, de la Prusse, de la Norwége, de la Saxe, de la Suisse et du Wurtemberg. »

PHYSIQUE. — *Appareil pour mesurer la chaleur de vaporisation des liquides;* par M. Berthelot.

« Lorsqu'on cherche à mesurer la chaleur de vaporisation d'un liquide, la principale difficulté consiste à transmettre la vapeur sèche, c'est-à-dire ne renfermant pas de gouttelettes liquides, depuis le générateur jusqu'au calorimètre, sans condensation intermédiaire : de là les doubles enveloppes et les systèmes protecteurs plus ou moins compliqués employés dans les expériences de M. Regnault, ainsi que la nécessité d'opérer sur de très-grandes masses de matières, afin de réduire les corrections et leur donner plus de certitude. J'ai imaginé un appareil beaucoup plus simple, qui permet de remplir cette condition avec rigueur, tout en opérant sur des quantités de matière limitées, dans mon calorimètre ordinaire, en écartant les causes d'erreur dues aux communications métalliques, et en réduisant à une très-petite valeur la correction du réchauffement.

» La figure ci-dessous représente l'appareil disposé et prêt à fonctionner.

» FF est une fiole de 100 centimètres cubes environ, dont le col KK est fermé à la lampe, et dont le centre est traversé par un large tube vertical TT soudé, lequel descend à 35 ou 40 millimètres plus bas; il s'ajuste avec un serpentin OSSR, plongé dans mon calorimètre d'un litre. Le tout a été construit par M. Alvergniat, dont l'habileté est bien connue de l'Académie.



» Entre la fiole et le calorimètre se trouvent, de bas en haut : 1° une feuille mince de carton *c* et une plaque de bois *c'*, servant d'écrans, percées pour le passage presque à frottement du tube T; 2° une toile métallique *n*; 3° une lampe circulaire *ll*, interrompue sur une portion de sa circonférence pour le passage de T; 4° une toile métallique *m*.

» Voici comment on procède : la fiole étant pesée à l'avance, seule, puis avec le liquide, et la lampe allumée; dans une première période destinée à élever la température du liquide, on note la marche du thermomètre calorimétrique.

» La seconde période est celle de la distillation, qui dure de deux à quatre minutes, en déterminant une élévation de 3 à 4 degrés dans l'eau du calorimètre; ce dernier renfermant 800 à 900 grammes d'eau, et le poids du liquide organique volatilisé s'élevant à 20 ou 30 grammes dans la plupart des cas. On éteint alors le feu, on enlève la fiole, on la bouche, on la laisse refroidir, on la pèse : ce qui donne le poids exact du liquide vaporisé.

» D'autre part, on continue à suivre la marche du thermomètre pendant une troisième période, jusqu'à ce qu'elle soit devenue régulière, c'est-à-dire concordante avec le refroidissement (préalablement étudié) du calorimètre rempli simplement avec le même poids d'eau à la même température.

» On possède alors les données nécessaires pour calculer la chaleur totale cédée par la vapeur depuis le point d'ébullition jusqu'à la température ordinaire; la chaleur spécifique étant connue par d'autres essais, on en déduit la chaleur de vaporisation.

» J'ai trouvé ainsi, pour la chaleur totale cédée par la vapeur d'eau ($p = 8^{gr},24$; $6^{gr},86$; $7^{gr},08$), entre 100 degrés et zéro, les nombres

635,2; 637,2; 636,2; moyenne : 636,2.

» M. Regnault a donné 636,6.

» Cet appareil m'a servi pour mesurer les chaleurs de vaporisation des acides acétiques anhydre et monohydraté, de l'acide azotique monohydraté, du chloral et de son hydrate, etc., nombres que j'ai publiés il y a quelques mois. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la chaleur de fusion;* par M. Berthelot.

« La solidification des corps liquides, et surtout celle des composés hydrocarbonés, est rarement aussi nette que celle de l'eau, un grand nombre de substances se solidifiant peu à peu en conservant l'état demi-mou et pâteux pendant un certain intervalle de température. Dans ces conditions, la mesure de la chaleur de fusion devient fort difficile; car il n'est pas possible de se borner à déterminer la chaleur abandonnée par le corps pendant qu'il se solidifie à une température stationnaire, comme l'exigeraient les définitions des physiciens. On a observé, par exemple, que l'hydrate de chloral se solidifie et cristallise à la température sensiblement fixe de 46 degrés, et j'ai vérifié cette observation; mais j'ai reconnu, en même temps, que la chaleur ainsi dégagée pendant la solidifi-

cation de 1 gramme d'hydrate de chloral s'élevait seulement à $+ 17^{cal},6$; tandis que la chaleur absorbée pendant la fusion, opérée également à 46 degrés, s'élevait presque au double, soit $+ 33^{cal},2$. C'est que les deux phénomènes ne sont pas réciproques lorsqu'ils se suivent immédiatement, comme je le prouverai tout à l'heure. Ils ne le deviennent que s'ils sont séparés par un intervalle de temps très-considérable et qui s'élève à plusieurs mois dans le cas présent.

» Les phénomènes du ramollissement préalable et de l'état pâteux, qui précèdent la fusion et suivent la solidification, ont été observés par bien des expérimentateurs. M. Person a même proposé de regarder la chaleur de fusion, dans les cas de cette espèce, comme répartie sur un certain intervalle de température. Mais il était obligé d'admettre, dans ses déterminations et dans ses calculs, que le corps fondu, une fois solidifié et ramené à une température suffisamment basse. reprenait aussitôt un état identique avec son état initial.

» Or cette identité n'existe point pour l'hydrate de chloral, malgré son état cristallisé, ainsi que je vais l'établir. Elle n'existe probablement pas davantage pour la plupart des substances dont l'état physique se rapproche de celui du camphre, des cires ou des résines. Je ne parle pas, bien entendu, des substances qui acquièrent à une haute température un état isomérique tout à fait nouveau, qu'ils conservent après refroidissement, telles que le soufre insoluble, dont l'état spécial se développe seulement au-dessus de 155 degrés. Mais il s'agit ici de simples changements physiques, attribuables à la plasticité variable des corps camphrés ou résineux. La transition d'ailleurs entre ces deux ordres de faits s'opère par degrés insensibles, et la méthode propre à mesurer le travail calorifique accompli pour passer d'un état à l'autre est la même. Elle s'applique aussi à tous les cas où des corps solides prennent naissance avec des propriétés variables, par solidification spontanée ou par séparation d'un dissolvant (évaporation, coagulation, précipitation).

» Cette méthode consiste à ramener le corps à un certain état final, démontré identique par des mesures thermiques; démonstration dont la nécessité n'avait pas frappé les anciens observateurs.

» Je demande la permission de rappeler ici mes recherches sur la fusion de l'hydrate de chloral. On parvient à un état final identique, propre à définir les différents états de ce corps, en le dissolvant à une température donnée et dans une quantité d'eau constante. Mais la dissolution ainsi obtenue est toujours identique à elle-même? On le prouve par l'identité de

la chaleur de dissolution d'échantillons également purs, mais divers, d'origine distincte et conservés les uns depuis plusieurs mois, les autres depuis quatre ans. Je l'ai prouvé encore, et avec plus de certitude, en décomposant la dissolution, aussitôt faite, par un agent chimique, soit la potasse étendue, qui change le chloral en potasse et chloroforme. J'ai trouvé ainsi, à 16 degrés, le chloral ayant été dissous à l'instant même dans 100 parties d'eau, la chaleur dégagée par la décomposition de la dissolution de 1 gramme d'hydrate de chloral dans 100 grammes d'eau, soit :

		cal	
Chloral anhydre		79,9	
Hydrate de chloral pur		79,2	
»	datant de quatre ans	79,1	moyenne 79,4
»	fondu recemment	79,1	
»	vaporisé et condensé dans l'eau	79,5	

» L'identité de l'état final de la dissolution d'hydrate de chloral étant ainsi démontrée, on procède à la mesure des chaleurs spécifiques et de la chaleur de fusion. A cette fin, je prends un poids connu d'hydrate de chloral, je le porte à diverses températures précises, tantôt inférieures, tantôt supérieures au point de fusion, puis je l'immerge et le dissous subitement dans l'eau du calorimètre : procédé d'autant plus exact que, la dissolution étant presque instantanée, la correction du refroidissement est supprimée.

» J'ai trouvé ainsi : *chaleur spécifique solide* entre 17 et 44 degrés, 0,206; le nombre est sensiblement le même entre 34 et 17 degrés. Il est aussi le même pour des échantillons divers, conservés depuis longtemps. Il doit être mesuré d'ailleurs en évitant avec le plus grand soin toute surchauffe ou fusion préalable. Si l'on opérait avec un hydrate fondu récemment puis solidifié, on obtiendrait des nombres tout différents, variables d'un essai à l'autre, jusqu'à atteindre des valeurs triples (0,694) et même quadruples (0,813) du nombre réel. C'est que dans ces conditions l'hydrate de chloral peut retenir près de moitié de sa chaleur de fusion. Au bout de plusieurs jours, il en retient encore un dixième, qu'il achève de perdre très-lentement.

» La *chaleur spécifique liquide :* 0,470, entre 51 et 88 degrés, se calcule comme à l'ordinaire.

» La *chaleur de fusion* se calcule à l'aide des données précédentes, jointes à deux expériences de dissolution, faites l'une avec l'hydrate liquide porté à une température un peu supérieure à celle de la fusion, l'autre avec l'hydrate solide, conservé dans cet état depuis plusieurs mois et porté seulement

à une température inferieure à celle de la fusion, que l'on évite avec le plus grand soin d'atteindre. La chaleur de fusion véritable ainsi obtenue, soit $33^{cal},2$ pour 1 gramme, est une quantité constante. Elle est absorbée, sinon à point tout à fait fixe, du moins dans un très-petit intervalle de température pour l'hydrate de chloral. Elle serait répartie sur un intervalle de ramollissement plus étendu, même pour le corps conservé depuis un temps très-long, que la méthode demeurerait la même. »

THERMOCHIMIE. — *Remarques sur les variations de la chaleur dégagée par l'union de l'eau et de l'acide sulfurique à diverses températures;* par M. **Berthelot**.

« Cette variation entre les températures t et T peut être calculée par une formule générale, établie rigoureusement en théorie (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 303 et 307) et vérifiée par des centaines d'expériences, laquelle dépend uniquement des chaleurs spécifiques moléculaires des composants, c et c_1, et du composé, c_2 :

$$U - V = (c + c_1 - c_2)(T - t).$$

» On a, d'ailleurs, d'après MM. Marignac et Pfaundler,

Pour $S^2O^8H^2$	$c = 33$	Pour $S^2O^8H^2$, H^2O^2....	$c = 51,2$
Pour $S^2O^8H^2$, $2H^2O^2$...	$c_2 = 59,2$	Pour H^2O^2, d'ailleurs..	$c_1 = 18$

D'où il est facile de conclure que l'union de $S^2O^8H^2$ avec H^2O^2 dégage à peu près la même quantité de chaleur à toute température (voisine de 15 degrés), car

$$U - V = -0,2(T - t).$$

Pour l'union de $S^2O^8H^2$, H^2O^2 avec H^2O^2 :

$$U - V = +8(T - t),$$

soit un accroissement de 112 calories entre 10 et 24 degrés.

» Les expériences publiées fournissent d'ailleurs pour la chaleur totale dégagée par cette dernière combinaison :

D'après M. Pfaundler, à une température moyenne de	$15°,1$...	3110.
D'après mes propres essais,	»	$11°,5$...	3060.

» L'écart entre ces deux nombres est positif, comme la théorie l'exige, et sa valeur numérique même (+ 50) est aussi voisine du chiffre calculé par la formule (+ 30) qu'on peut l'espérer, étant données les limites

d'erreur inévitables; c'est-à-dire, pour préciser, chacun des nombres 3110 et 3060 étant la différence entre deux valeurs trouvées par expérience (chaleurs dégagées par l'union des deux hydrates et d'une grande quantité d'eau), chacune avec une approximation de $\pm$ 15 calories environ.

» Les calculs de M. Croullebois, présentés dans la dernière séance (*Comptes rendus*, p. 619), conduiraient, au contraire, à une diminution de 2134 calories, entre 10 et 24 degrés, c'est-à-dire vingt fois plus forte en valeur absolue et de signe opposé au phénomène réel; ces calculs fournissent donc des résultats inacceptables. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Du rapport qui doit exister entre le diamètre des noyaux magnétiques des électro-aimants et leur longueur;* par M. **Th. du Moncel.**

« S'il existe des conditions bien définies pour donner à une bobine d'électro-aimant des dimensions convenables, eu égard à la résistance de son hélice magnétisante et à l'épaisseur qu'elle doit avoir par rapport au diamètre du noyau magnétique, il n'en est pas de même des dimensions relatives que doivent présenter le diamètre et la longueur de ce noyau. Depuis longtemps la pratique a indiqué que, pour les électro-aimants de petites dimensions employés dans la télégraphie électrique, la longueur des noyaux, et par suite celle des bobines, devaient être égales à six fois leur diamètre, et les expériences de M. Hughes sont venues confirmer cette donnée. Mais, par le fait, cette conclusion, qui donne à supposer à l'ensemble des deux bobines d'un électro-aimant à deux branches une longueur de douze fois le diamètre des noyaux enveloppés par l'hélice, ne peut être déduite, quant au maximum d'effet produit, des lois connues des forces électromagnétiques; car leur application au cas en question ne peut conduire à des conditions de maximum susceptibles d'être contrôlées expérimentalement, du moins quand on veut respecter toutes les conclusions posées dans mes précédentes Notes. Pourtant le simple raisonnement semble indiquer qu'il doit y avoir une limite; car l'hélice magnétisante ayant une résistance donnée en rapport avec celle du circuit extérieur, et cette hélice devant fournir une épaisseur égale au diamètre du noyau magnétique, cette résistance peut être plus ou moins bien utilisée suivant le rapport existant entre le diamètre et la longueur du noyau sur lequel l'hélice s'enroule. Comme la force électromagnétique croît avec le diamètre de ce noyau, on a avantage, jusqu'à un certain point, à le prendre le plus gros possible; mais, d'un autre côté,

comme le nombre de spires, pour une longueur donnée d'hélice, diminue avec cette grosseur, il peut être préférable, au delà d'une certaine limite, de ne plus augmenter ce diamètre et d'allonger le noyau. L'accroissement de force par le noyau magnétique n'est pas d'ailleurs pour cela complétement arrêté, car il s'effectue encore, ainsi que l'ont démontré MM. Dub et Müller, proportionnellement aux racines carrées des longueurs, et cet avantage, s'ajoutant au plus grand nombre de spires que l'on obtient, peut contre-balancer avantageusement, dans certaines conditions, la perte de force résultant de l'amoindrissement du diamètre. Toutefois les formules théoriques ne précisent qu'*indirectement* cette limite, et si elles indiquent certaines conditions de maximum, quand on fait varier la longueur des noyaux, ces conditions se rapportent encore à la résistance des hélices, qui ne doit plus être la même que quand on suppose constantes les dimensions de ces noyaux. Nous verrons cependant que ces conditions peuvent donner quelques indications sur la longueur qu'on doit donner aux noyaux; mais la vérification expérimentale devient alors très-difficile, pour ne pas dire impossible. En effet, si l'on part d'une longueur donnée de fil, qui représentera la résistance du circuit extérieur, et qu'on l'enroule sur des électro-aimants de différents diamètres, de manière à fournir sur eux une épaisseur d'hélice égale à leur diamètre, il faudra que la longueur de ceux-ci soit différente et calculée de manière à satisfaire aux relations $\frac{2\pi c^2 b}{g^2} = \frac{2\pi c'^2 b'}{g^2}$ ou $bc^2 = b'c'^2$, et alors ces longueurs seront inversement proportionnelles aux carrés de leur diamètre. Dans ce cas, le facteur m, par lequel on doit multiplier ce diamètre pour obtenir ces longueurs, n'est plus constant et devient inversement proportionnel aux cubes des diamètres. Dès lors, la loi qui suppose la force magnétique proportionnelle aux carrés des nombres de tours de spires multipliés par les puissances $\frac{3}{2}$ des diamètres, n'est plus applicable, et il faut alors en revenir, pour comparer les forces entre elles, à la loi qui les suppose proportionnelles aux carrés des nombres des tours de spires multipliés par les diamètres des noyaux et les racines carrées des longueurs; on a alors

$$\frac{A}{A'} = \frac{c^2 b^2 c \sqrt{b}}{c'^2 b'^2 c' \sqrt{b'}} = \frac{c^3}{c'^3} \frac{b^{\frac{5}{2}}}{b'^{\frac{5}{2}}} = \frac{c^3}{c'^3} \frac{c'^5}{c^5} = \frac{c'^2}{c^2} = \frac{b}{b'},$$

ce qui montre que les forces sont alors *en raison inverse des carrés des diamètres, ou proportionnelles aux longueurs.*

» Si, au lieu de partir d'une longueur donnée d'hélice et d'un coefficient m variable, on suppose le cas inverse, la longueur des noyaux augmente avec leur diamètre, ainsi que la longueur de leur hélice magnétisante, et l'on peut obtenir des conditions de maximum basées sur le rapport qui doit exister alors entre la résistance de l'hélice et celle du circuit extérieur. Dans ce cas, en effet, la longueur H de l'hélice a pour expression $\frac{2\pi c^3 m}{g^2}$ ou $\frac{2\pi c^3}{g^2}$ si $m = 1$, et la force attractive A a pour valeur

$$A = \frac{E^2 c^4 m^2 c^{\frac{3}{2}}}{(Rg^2 + 2\pi c^3 m)^2} = \frac{E^2 m^2 c^{\frac{11}{2}}}{(Rg^2 + 2\pi c^3 m)^2}.$$

Or cette formule est susceptible de maximum si l'on prend pour variable la quantité c, et les conditions de ce maximum répondent à l'équation

$$\frac{2\pi c^3 m}{g^2} = 11\,R \quad \text{ou} \quad m = 11\,\frac{Rg^2}{2\pi c^3},$$

ce qui veut dire que, en raison de l'hypothèse qui a été admise, *on peut accroître les dimensions du noyau magnétique jusqu'à ce que la résistance de l'hélice magnétisante représente* 11 *fois la résistance du circuit extérieur.* Cette condition peut être remplie si la longueur de l'hélice enroulée sur une longueur de noyau égale au diamètre c représente, en résistance, celle du circuit extérieur, car alors la résistance entière de l'hélice devient $11\,\frac{2\pi c^3}{g^2}$, et, par conséquent, m a pour valeur 11. Est-ce à dire pour cela que la résistance totale de l'hélice doit être alors égale à 11 R, dans la détermination qu'on doit faire des éléments de construction des électro-aimants? Évidemment non; car, du moment où les conditions de maximum, se rapportant à la longueur des noyaux, ont fourni la valeur du coefficient constant m, l'électro-aimant se trouve avoir des dimensions arrêtées, et la résistance de son hélice doit être subordonnée aux conditions de maximum qui se rapportent à g considéré comme variable, et qui exigent que cette résistance soit égale à celle du circuit extérieur. Toutefois, comme ces deux conditions de maximum sont incompatibles, les forces électromagnétiques calculées avec $H = R$ et $H = 11R$ sont loin d'attribuer aux mêmes électro-aimants la supériorité d'action, et l'on trouve que, dans le cas où $H = R$, cette supériorité appartient au plus gros électro-aimant.

» Supposons, en effet, interposés sur un circuit de 64 mètres de fil télégraphique trois électro-aimants droits ayant pour diamètres $0^m,008$, $0^m,007$, $0^m,006$, avec des longueurs représentées par ces diamètres multipliés par 11,

et comparons les forces produites. Dans ces conditions, le premier électro-aimant, que nous appellerons A, aura, en prenant du fil n° 12, de $0^m,0006$ de diamètre total, une hélice de 99 mètres de longueur ou de 1056 mètres de résistance; l'électro-aimant B aura une hélice de 66 mètres de longueur ou de 704 mètres de résistance, et l'électro-aimant C une hélice de $41^m,36$ ou de 441 mètres de résistance. Les nombres des tours de spires déduits de la formule $\frac{11c^2}{g^2}$ seront : 1955 pour l'électro-aimant A; 1497 pour l'électro-aimant B; 1100 pour l'électro-aimant C, et les puissances $\frac{3}{2}$ de c seront : 0,000715, 0,000585 et 0,000464. En appliquant ces nombres à la formule précédente, donnant la valeur de A, on trouve pour forces des trois électro-aimants A, B, C les nombres 0,247868, 0,252891, 0,250307. Or on voit que c'est l'électro-aimant B dont la résistance est de 704 mètres, c'est-à-dire 11 fois la résistance du circuit extérieur, qui a l'avantage; mais il n'en est plus de même si R est supposé égal à 704 mètres. Les forces deviennent alors 0,10037, 0,07524, 0,04871, et c'est le plus gros électro-aimant qui a l'avantage, parce que c'est lui dont la résistance est assez forte, comparativement à celle de R, pour que cette dernière n'exerce pas une influence capable de changer profondément la valeur de $(R + H)^2$ qui divise le produit $t^2 c^{\frac{3}{2}}$.

» Les lois des forces électromagnétiques, qui ont été jusqu'ici la base de nos formules, ne comprennent pas dans leur expression mathématique la représentation d'un élément de calcul qui joue un rôle important dans les actions électromagnétiques; je veux parler du degré de saturation magnétique qu'un noyau est susceptible d'acquérir suivant ses dimensions, et d'où dépend essentiellement l'énergie plus ou moins grande des forces qu'il produit. Pour en reconnaître les effets, j'ai enroulé sur trois électro-aimants différents, ayant $0^m,008$, $0^m,007$, $0^m,006$ de diamètre, une même longueur de fil (n° 12) de $0^m,0059$ de diamètre, y compris la couverture isolante. Cette longueur était de $71^m,47$, ce qui équivalait à une résistance de 722 mètres de fil télégraphique, et j'ai calculé la longueur de mes bobines de manière que l'épaisseur de l'hélice fût toujours égale au diamètre du noyau magnétique. Ces bobines avaient, en conséquence, la longueur : la première, $0^m,059$; la deuxième, $0^m,077$, et la troisième, $0^m,098$; et le nombre des tours de spires était de 1677 pour la bobine de $0^m,077$, de 1470 pour celle de $0^m,059$ et de 1842 pour celle de $0^m,098$. Or voici les résultats que j'ai obtenus avec une pile Leclanché d'un nouveau modèle, variant de 1 à 4 éléments, et dont la résistance individuelle était d'environ

113 mètres de fil télégraphique; la force était mesurée d'ailleurs par l'attraction à 1 millimètre :

Pile.	Résistance du circuit extérieur.	Électro-aimant de $0^m,098$.	Rapports des forces.	Électro-aimant de $0^m,077$.	Rapports des forces.	Électro-aimant de $0^m,059$.
4 éléments.	$452^m + 0^m (452^m)$...	225^{gr}	1,018	221^{gr}	0,9210	240^{gr}
	452 + 300 (752)...	151	1,049	144	0,9660	149
	452 + 400 (852)...	134	1,0635	126	0,9770	129
	452 + 1000 (1452)...	73	1,0900	67	1,0307	65
	452 + 2000 (2452)...	36	1,161	31	1,0333	30
	452 + 3000 (3452)...	21	1,235	17	1,0630	16
	452 + 4000 (4452)...	14	1,272	11	1,1000	10
3 éléments.	339 + 0 (339)...	169	1,0432	162	0,953	170
	339 + 300 (639)...	109	1,0792	101	1,010	100
	339 + 400 (739)...	95	1,092	87	1,0117	86
	339 + 1000 (1339)...	50	1,163	43	1,0238	42
	339 + 2000 (2339)...	23	1,2105	19	1,0555	18
	339 + 3000 (3339)...	13	1,300	10	1,000	10
	339 + 4000 (4339)...	8	1,333	6	1,000	6
2 éléments.	226 + 0 (226)...	100	1,111	90	1,000	90
	226 + 300 (526)...	60	1,154	52	1,0196	51
	226 + 400 (626)...	52	1,1818	44	1,0232	43
	226 + 1000 (1226)...	26	1,3000	20	1,000	20
	226 + 2000 (2226)...	11	1,375	8	1,000	8
	226 + 3000 (3226)...	6	1,500	4	1,000	4
	226 + 4000 (4226)...	4	2,000	2	1,000	2
1 élément.	113 + 0 (113)...	35	1,2070	29	1,036	28
	113 + 300 (413)...	19	1,2666	15	1,071	14
	113 + 400 (513)...	16	1,3333	12	1,0909	11
	113 + 1000 (1113)...	7	1,1666	6	1,200	5
	113 + 2000 (2113)...	2	1,0000	2	2,000	1
	113 + 3000 (3113)...	1	1,0000	1	»	0
	113 + 4000 (4113)...	0	»	0	»	0

» Ces résultats montrent que, conformément à la théorie, c'est l'électro-aimant le plus long qui est généralement le plus fort, mais *dans un rapport qui n'est celui des longueurs des noyaux que pour des électro-aimants d'un diamètre assez rapproché, et pour une certaine intensité du courant qui correspond probablement au point de saturation magnétique de ces électro-aimants.* Cette intensité, pour les électro-aimants de $0^m,098$ et de $0^m,077$, varie de 0,001082 à 0,001030; 0,00143 et 0,00113 dans les quatre séries d'expériences; mais, en comparant les électro-aimants de $0^m,098$ et de $0^m,059$,

la proportionnalité en question ne se retrouve plus pour aucune intensité du courant, et le rapport des forces est toujours plus faible que celui des longueurs; bien plus, même, on remarque que la force de ces électro-aimants est tellement dominée par l'état de saturation magnétique des noyaux, que, pour les intensités électriques les plus fortes et sur les circuits les moins résistants, c'est l'électro-aimant le plus court et le plus gros qui a l'avantage. Au contraire, la prépondérance de l'électro-aimant le plus mince et le plus long s'accentue de plus en plus à mesure que l'intensité électrique diminue, soit que cette diminution provienne du moins grand nombre d'éléments de la pile, soit de l'augmentation de la résistance du circuit, et l'on peut juger de l'importance de ces variations par les rapports des forces, qui sont inscrits aux deuxième et quatrième colonnes du tableau précédent. On comprend, du reste, qu'il doit en être ainsi; car, pour de fortes intensités électriques, le diamètre de l'électro-aimant le plus long n'est pas en rapport avec ces intensités, et son point de saturation magnétique se trouve dépassé, alors qu'il est atteint à peine avec l'électro-aimant le plus court et le plus gros. D'un autre côté, les avantages de l'électro-aimant du plus petit diamètre avec les courants faibles s'expliquent par cette considération que, la masse magnétique de l'électro-aimant étant assez grande pour correspondre à la force électrique développée, sa force bénéficie intégralement du plus grand nombre de spires de son hélice magnétisante. On peut donc en conclure que les dimensions à donner à un électro-aimant *doivent essentiellement dépendre de la force électrique qui doit agir sur lui* et de la résistance du circuit sur lequel il doit être interposé. *Quand le circuit est long et la source électrique peu énergique, ils doivent être longs et de petit diamètre; quand, au contraire, le circuit est court et la force électrique intense, le noyau doit être surtout d'un fort diamètre.* Cette déduction découle d'ailleurs de la formule $c = \frac{E}{\sqrt{R}} \cdot 0,173$, que j'ai établie depuis longtemps, pour calculer le diamètre à donner à un électro-aimant suivant les conditions dans lesquelles il doit être appliqué, et de laquelle on peut déduire les principes suivants :

» 1° Pour des résistances de circuit égales, les diamètres d'un électro-aimant, établi dans ces conditions de maximum, doivent être proportionnels aux forces électromotrices;

» 2° Pour des forces électromotrices égales, ces diamètres doivent être en raison inverse de la racine carrée de la résistance du circuit, y compris la résistance de la pile;

» 3° Pour des diamètres égaux, les forces électromotrices doivent être proportionnelles aux racines carrées des résistances des circuits;

» 4° Pour une force électromotrice donnée et avec des électro-aimants placés dans leurs conditions de maximum, les forces électromotrices des piles qui doivent les animer doivent être proportionnelles aux racines carrées des résistances du circuit. »

GÉOGRAPHIE. — *Programme de l'expédition de l'année prochaine (juillet* 1878) *à la mer Glaciale de Sibérie* [1]; par M. NORDENSKIÖLD. (Extrait.)

« Les expéditions arctiques parties de la Suède dans le cours de ces dernières années ont acquis une importance vraiment nationale; partout, dans notre pays, elles ont été accueillies avec le plus vif intérêt. L'État, et principalement les particuliers, y ont consacré des sommes considérables. Elles ont servi d'école pratique à plus de trente naturalistes suédois, fourni d'importants résultats scientifiques et géographiques, et nos musées en sont devenus les plus riches du monde en collections des régions arctiques.

» A ces résultats scientifiques viennent s'en ajouter d'autres, d'une portée plus spécialement pratique, qui se sont réalisés déjà ou se réaliseront dans un avenir plus ou moins proche. Elles ont recueilli des matériaux nouveaux sur la Météorologie et l'Hydrographie, fourni des renseignements précieux pour la chasse des phoques et des cétacés, fait connaître aux pêcheurs les richesses en poissons que recèlent les parages du Spitzberg. Elles ont amené la découverte, à Beeren-Eiland et au Spitzberg, de gisements considérables de houille et de phosphates, qui seront un jour ou l'autre d'une valeur signalée pour les pays voisins. Quant aux deux dernières de ces expéditions, elles ont inauguré des voies maritimes nouvelles en pénétrant jusqu'aux embouchures de deux des grands fleuves de la Sibérie, l'Obi et l'Ienisséi.

» De si heureux résultats doivent être une excitation à poursuivre ces entreprises, surtout depuis que les deux expéditions précitées ont ouvert l'océan sibérien, dont l'exploration promet des résultats non moins importants, au point de vue de la Science aussi bien qu'à celui de l'utilité pratique.

---

(1) Extrait d'un Rapport du professeur Nordenskiöld au Gouvernement, sur le plan de cette expédition, dont les principaux frais seront couverts par S. M. le roi Oscar II, M. Oscar Dickson, de Gothembourg, et M. Alexandre Sibiriakoff, d'Irkoutsk.

» En plein dix-neuvième siècle, à l'époque du télégraphe et de la vapeur, on rencontre ici un champ d'exploration tout à fait vierge, d'une immense étendue. L'Océan qui borde la côte septentrionale de l'Asie, depuis l'embouchure du Ienisséi jusqu'à Tchaunbay, c'est-à-dire du 82e au 170e degré de longitude, n'a jamais, à l'exception des voyages côtiers entrepris, il y a plus d'un siècle, sur des embarcations plutôt fluviales que maritimes, été sillonné par la quille d'un navire, ni vu la fumée d'un bâtiment à vapeur. J'ai la conviction que, depuis les voyages du célèbre capitaine Cook, très-peu d'expéditions ont eu en perspective des explorations plus importantes et plus étendues dans des régions plus vastes, à la condition, toutefois, que *les glaces permettent de pénétrer dans ces mers au moyen d'un bateau à vapeur convenable*. Pour être à même de se faire un jugement sur ce point-là, il est nécessaire de jeter un coup d'œil rétrospectif sur les tentatives qui ont été faites pour se frayer un chemin par la voie que l'expédition aura pour donnée de suivre.... »

Après un exposé des données que l'on possède sur les régions à parcourir, M. Nordenskiöld termine ainsi :

« Il résulte de tout ce qui vient d'être dit : que l'Océan au nord de la Sibérie n'a jamais été parcouru par un navire réellement en état de tenir la mer, et encore moins par un vapeur, équipé spécialement en vue de la navigation au milieu des glaces flottantes; que les petits navires avec lesquels on a essayé de parcourir cette partie de l'Océan n'ont jamais osé s'aventurer à une bien grande distance de la côte; qu'ils ont presque toujours cherché un port d'hiver précisément à l'époque de l'année où la mer est le plus libre de glaces, c'est-à-dire à la fin de l'été ou en automne; que toutefois la mer qui s'étend du cap Tscheljuskin au détroit de Behring a été parcourue à diverses reprises, quoique personne n'ait réussi à faire ce parcours en une seule fois; que la glace formée en hiver le long de la côte, sans toutefois s'étendre au large, se brise chaque été pour donner naissance à de vastes champs de glaces flottantes qui tantôt sont chassés vers la côte par les vents du nord, tantôt sont refoulés au large par ceux du sud; d'où il semble probable que la mer de Sibérie est séparée de la mer polaire proprement dite par une série d'îles, desquelles on ne connaît actuellement que la terre de Wrangel et les grandes îles qui forment la Nouvelle-Sibérie.

» Me fondant sur l'ensemble de ces données, je crois qu'un vapeur parfaitement équipé pourra, sans des difficultés trop grandes, parcourir ce chemin dans la saison d'automne, et par là non-seulement

résoudre un problème géographique posé depuis des siècles, mais encore, grâce aux ressources dont dispose actuellement la Science, explorer aux points de vue de la Géographie, de l'Hydrographie, de la Géologie et de l'Histoire naturelle, une mer immense restée jusqu'ici presque vierge de toute exploration.

» La mer au nord du détroit de Behring est actuellement fréquentée par des centaines de baleiniers et la route qui conduit de cette mer aux ports de l'Amérique et de l'Europe constitue désormais une ligne souvent parcourue. Il y a quelques dizaines d'années c'était bien loin d'être le cas.

» J'ai de même la conviction que, si des circonstances trop défavorables ne concourent pas à l'empêcher, une navigation le long des côtes septentrionales de l'Asie non-seulement est possible, mais encore qu'elle sera d'une importance pratique effective, cela non à titre immédiat, comme ayant ouvert un passage nord-est pour se rendre de l'Europe en Chine, mais bien à titre médiat, par la preuve définitive qui serait fournie par là d'une communication maritime, d'un côté entre les ports septentrionaux de l'Europe et l'Obi-Iénisséi; de l'autre entre le Pacifique et la Léna.

» Si l'expédition ne réussit pas à remplir ce programme en son entier, il ne faudra pas cependant la considérer comme manquée. Elle séjournera, dans ce cas, sur des points de la côte septentrionale de la Sibérie convenables à des explorations scientifiques. Chaque mille au delà de l'embouchure du Ienisséi sera un pas de fait vers la connaissance complète de notre globe.

» Dans ces parages, qui n'ont pas encore été visités, le savant trouvera la réponse à une foule de questions relatives à la condition ancienne et présente des terres polaires, questions dont plus d'une est à elle seule suffisamment importante pour légitimer une expédition navale dans ces parages. Qu'il me soit permis d'en signaler quelques-unes.

» Si l'on excepte la partie de la mer de Kara explorée par les deux dernières expéditions suédoises, on ne possède à cette heure que très-peu de données sur la flore et sur la faune de la mer qui baigne les côtes de la Sibérie septentrionale. Nous y rencontrerons probablement, à l'opposé de ce que l'on a admis jusqu'à ce jour, la même richesse animale et végétale que dans les mers du Spitzberg.

» Autant qu'il est possible d'en juger *a priori*, les formes de plantes et d'animaux de la mer sibérienne doivent constituer les épaves de l'époque glaciaire; ce qui n'est pas tout à fait le cas des mers polaires où le gulf-stream épanche ses eaux, et où il amène et mêle aux vrais types polaires

des types des régions plus méridionales. Or une connaissance complète et certaine des types d'animaux d'origine glaciaire et de ceux d'origine atlantique est d'une importance majeure, non-seulement pour la Zoologie et pour la Géographie animale, mais encore pour la géologie des pays scandinaves et la connaissance de nos couches quaternaires.

» Il a été donné à peu de faits scientifiques de captiver aussi puissamment l'intérêt des savants que la découverte dans le sol gelé de la Sibérie de débris colossaux d'éléphants et parfois même d'éléphants entiers recouverts de leur cuir et de leur toison. Ces trouvailles ont été plus d'une fois l'objet d'expéditions scientifiques et d'explorations minutieuses de la part de savants distingués. Il reste cependant encore bien des mystères à éclaircir sur une foule de circonstances en relation avec la période du mammouth de la Sibérie, qui peut-être a été le contemporain de notre période glaciaire. Notre connaissance des plantes et des animaux qui vivaient avec ce pachyderme est spécialement très-incomplète, quoique l'on connaisse l'existence, dans les parties les plus septentrionales de la Sibérie, d'un accès très-difficile par la voie de terre, de petites collines couvertes d'os de mammouth et d'autres animaux contemporains, et que l'on y rencontre de vastes couches contenant des débris de la flore de la même époque.

» En général, l'étude aussi complète que possible de la géologie des régions polaires est une condition nécessaire de la connaissance de l'histoire géologique du globe. Il suffira, pour s'en convaincre, de se rappeler l'influence qu'a exercée sur la Géologie la découverte, dans les roches et dans les couches meubles des terres polaires, de magnifiques débris de végétaux appartenant à des périodes géologiques diverses; même à cet égard, une expédition sur les côtes septentrionales de la Sibérie devra donner une moisson abondante.

» Peu de sciences promettent de fournir avec le temps un aussi grand nombre de résultats pratiques que la Météorologie, dont l'importance est aussi amplement prouvée par les sommes considérables affectées, dans tous les pays civilisés, à la création de bureaux et d'observatoires météorologiques.

» Au delà des localités d'où il est possible d'obtenir des séries d'observations annuelles, il existe des régions de milliers de milles carrés totalement inconnus.

» C'est cependant dans ces régions qu'on trouvera la clef de bien des problèmes météorologiques encore à résoudre. La mer glaciale de Sibérie,

avec les terres et les îles qui s'y trouvent, est précisément un de ces districts météorologiques inconnus. Il est de toute importance, pour la météorologie de l'Europe, d'obtenir des données certaines sur la répartition de la terre et de l'eau, sur les glaces, la pression de l'air, la température de cette vaste partie du globe.

» On peut dire à peu près de même des matériaux que ces contrées pourront fournir à la connaissance du magnétisme terrestre, des aurores boréales, etc. A cela viennent s'ajouter l'étude de la flore et de la faune encore inconnues de ces pays, des recherches ethnographiques, des travaux hydrographiques, etc. »

M. A. Ledieu fait hommage à l'Académie de son ouvrage intitulé : « Nouvelles méthodes de navigation ; études critiques ; ouvrage rédigé, pour la partie *Application*, avec le concours de plusieurs officiers de la marine militaire, et notamment de MM. *Perrin* et *Rouyaux* ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. S. Newcomb adresse, en réponse à l'une des questions proposées par l'Académie comme sujet de Concours, un Mémoire « Sur les changements apparents dans le moyen mouvement de la Lune ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. L. Laliman et M. C. Cassius adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. S. Pelletier adresse une Note relative à un procédé destiné à préserver les vignes de la gelée.

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur des Mines adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, la 6e livraison de la Carte géologique détaillée de la France. Cette livraison comprend les feuilles de Dunkerque, Abbeville, Orléans, Gien.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une « Nouvelle expérience sur l'induction électrostatique », par M. *P. Volpicelli*.

M. **Yvon Villarceau** dépose sur le Bureau un Mémoire de M. Glasenapp sur les satellites de Jupiter, Mémoire appartenant à l'Académie (Concours du prix Damoiseau) et trouvé dans les papiers de M. Le Verrier; il y joint la traduction de ce Mémoire en langue française, transmise par M. Otto Struve, et une lettre de cet astronome, en réponse à la demande d'une traduction que lui avait faite notre confrère.

(Renvoi à la Commission.)

ASTRONOMIE. — M. **Yvon Villarceau** signale la découverte d'une petite planète faite à Pola (Autriche), par M. Palisa, le 2 octobre, et celle d'une nouvelle comète, faite le même jour à Florence, par M. Tempel; il transmet, en outre, les observations de ces astres qui ont été faites à l'Observatoire de Paris.

Observations de la planète (175) *Palisa, et de la nouvelle comète de Tempel, faites à l'Equatorial du jardin*, par MM. **Paul Henry** et **Prosper Henry**.

Planète (175).

1877.	T. M. de Paris.	Asc. droite.	Log. (par. × Δ).	Dist. polaire N.	Log. (par. × Δ).	★
Oct. 4	$8^h 21^m 27^s$	$1^h 38^m 45^s,86$	$-(\bar{1},562)$	$79^\circ 14' 41'',7$	$-(0,785)$	*a*
5	11 46 3	1 37 33,21	$-(\bar{2},945)$	79 15 15,5	$-(0,740)$	*a*

Comète de Tempel.

1877.	T. M. de Paris.	Asc. droite.	Log. (par. × Δ).	Dist. polaire N.	Log. (par. × Δ).	★
Oct. 4	8 55 41	23 43 35,29	$-(\bar{1},279)$	102 31 53,7	$-(0,885)$	*b*
5	11 13 14	23 39 42,92	$+(\bar{2},746)$	103 39 12,2	$-(0,897)$	*c*

» La comète est brillante, avec un noyau bien défini et une trace de queue. Son diamètre est de 2 minutes environ.

Positions moyennes des étoiles de comparaison, pour 1877,0.

★	Nom de l'étoile.	Asc. droite.	Réd. au jour.	Distance polaire N.	Réd. au jour.
a	587 Weisse H. I....	$1^h 34^m 24^s,15$	$+4^s,08+4^s,10$	$79^\circ 19' 52'',3$	$-27'',5-27'',6$
b	844 » H. XXIII	23 42 19,42	+4,20	102 27 22,8	−24,3
c	740 » »	23 37 28,05	+4,22	103 41 41,4	−23,8

ANALYSE MATHÉMATIQUE ET GÉODÉSIE. — *Sur une méthode générale de transformation des intégrales dépendant de racines carrées. Application à un problème fondamental de Géodésie.* Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Yvon Villarceau.

« La méthode consiste à transformer un radical dans une somme de fonctions rationnelles. Il peut arriver que l'erreur résultant de cette substitution soit très-petite et négligeable pour le calcul numérique.

» Considérons, en particulier, les intégrales elliptiques pour lesquelles la quantité sous le signe $\int$ est une fonction rationnelle de $\sin\lambda$, $\cos\lambda$ et du radical $\Delta = \sqrt{1 + \alpha^2 + 2\alpha\cos 2\lambda}$; cette quantité peut toujours, comme on sait, être mise sous la forme

$$G + \frac{H}{\Delta},$$

G et H étant deux fonctions rationnelles de $\sin\lambda$, $\cos\lambda$. D'autre part $\frac{1}{\Delta}$ peut être remplacé par la moyenne de n quantités :

$$\frac{1}{n}\sum \frac{1}{\sqrt{1 - p\alpha^2}}\,\frac{1 - p^2\alpha^2}{1 + p^2\alpha^2 + 2p\alpha\cos 2\lambda}, \quad \text{où} \quad p = \cos^2\frac{\theta}{2}, \quad \cos n\theta = 0.$$

» On obtient la transformation précédente, en développant $\frac{1}{\Delta}$ suivant les cosinus des multiples de λ et remplaçant le coefficient de $\cos 2m\lambda$ $\left(\text{on omet ici le facteur } \frac{1}{\pi}\right)$:

$$\int_0^{2\pi} \frac{\cos 2m\lambda\, d\lambda}{\sqrt{1 + \alpha^2 + 2\alpha\cos 2\lambda}} = (-\alpha)^m \int_0^{2\pi} \frac{\cos^{2m}\theta\, d\theta}{\sqrt{1 - \alpha^2\cos^2\theta}}$$

(BRIOT et BOUQUET, *Fonctions elliptiques*, p. 148) par le produit de la somme des $4n$ valeurs de la fonction correspondant aux $4n$ valeurs de θ

$$\theta = \frac{\pi}{4n} + \frac{k\pi}{2n}, \quad (k = 0, 1, 2, \ldots, 4n - 1)$$

et de l'intervalle commun $\frac{\pi}{2n}$ des arguments θ.

» Cela revient à dire qu'on prend une moyenne de n quantités :

$$\frac{1}{\pi}\int_0^{2\pi} \frac{\cos 2m\lambda\, d\lambda}{\sqrt{1 + \alpha^2 + 2\alpha\cos 2\lambda}} = \frac{2}{n}\sum \frac{p^m(-\alpha)^m}{\sqrt{1 - p\alpha^2}}, \quad \text{avec} \quad p = \cos^2\frac{\theta}{2}, \quad \cos n\theta = 0.$$

» J'ajoute qu'il est possible de donner une limite de l'erreur commise dans la substitution de la somme des termes rationnels à $\frac{1}{\Delta}$: en particulier, si α est une petite quantité, on peut prendre, pour expression approchée de l'erreur commise,

$$\frac{\alpha^{2n}}{2^{4n-3}}.$$

» Ce qui précède constitue une méthode de calcul pour les intégrales elliptiques. Cette méthode donne, avec une sûreté et une facilité remarquables, les intégrales *complètes* des trois espèces. Mais je me bornerai à appliquer ces formules à la solution d'un problème fondamental dans la Géodésie.

» Si la quantité α est assez petite, il est clair qu'on peut prendre pour la somme un seul terme, dont l'intégrale est d'ailleurs facile à trouver. C'est la circonstance qui se présentera dans le problème suivant, à cause du faible aplatissement de la Terre :

» *Connaissant la latitude au point de départ de la ligne géodésique tracée sur l'ellipsoïde terrestre, ainsi que l'angle de cette ligne avec le méridien, trouver, au moyen de la longueur de l'arc géodésique, les éléments correspondants pour l'extrémité de l'arc.*

» J'emprunte les notations qui suivent au *Recueil des Tables* de M. Hoüel. On trouvera dans cet Ouvrage une application des fonctions elliptiques au problème ci-dessus; j'ai employé les mêmes données:

a, demi-axe équatorial;
b, demi-axe polaire;
e, excentricité;
$a = 6377398^{\text{m}}$;
$\log e = 2,9122051$;
ω, anomalie excentrique, ou latitude réduite;
λ, latitude;
ψ, azimut de la ligne géodésique;
γ, constante pour chaque ligne géodésique;
φ, angle auxiliaire;
s, longueur d'une ligne géodésique à partir du pied de la perpendiculaire abaissée du pôle.

» L'arc considéré est la somme ou la différence de deux arcs de cette espèce.

» Ces diverses quantités ont entre elles les relations

$$\operatorname{tang}\lambda = \frac{a}{b}\operatorname{tang}\omega, \quad \cos\omega\sin\psi = \cos\gamma, \quad \cos\varphi\sin\gamma = \sin\omega,$$

$$s = \frac{ae\sin\gamma}{k}\mathrm{E}(\varphi), \quad \text{où} \quad k = \sin\theta, \quad \operatorname{tang}\theta = \frac{ae\sin\gamma}{b}.$$

» On affecte les quantités qui répondent aux deux extrémités de l'arc géodésique des indices 1 et 2.

$$\omega_1 = 45^\circ, \quad \lambda_1 = 45^\circ 5' 45'',33, \quad \psi_1 = 45^\circ.$$

» On se sert de la formule suivante, pour le calcul de l'intégrale de seconde espèce,

$$(1+\alpha)\mathrm{E}(\varphi) = 2\varphi - \operatorname{arc\,tang}\left(\frac{1-\frac{1}{2}\alpha}{1+\frac{1}{2}\alpha}\operatorname{tang}\varphi\right)\sqrt{1-\tfrac{1}{2}\alpha^2}, \quad \text{où} \quad k^2 = \frac{4\alpha}{(1+\alpha)^2}.$$

» Cela posé, les indications suivantes suffisent pour apercevoir la marche du calcul :

$$\omega_1 = 45^\circ, \quad \gamma = 60^\circ, \quad \varphi_1 = 35^\circ 15' 51'',80, \quad \log\operatorname{tang}\varphi_1 = \bar{1},8494850,$$

$$\log\alpha = \bar{3},0992276, \quad \log\frac{1-\frac{1}{2}\alpha}{1+\frac{1}{2}\alpha} = \bar{1},9994542,$$

$$\operatorname{arctang}\left(\frac{1-\frac{1}{2}\alpha}{1+\frac{1}{2}\alpha}\operatorname{tang}\varphi_1\right) = 35^\circ 13' 49'',61.$$

» Dans le cas présent, l'arc considéré est la somme des deux arcs s_1, s_2.

» Connaissant la longueur s de l'arc donné, égale à 5000 kilomètres, on a d'abord

$$(1+\alpha)[\mathrm{E}(\varphi_1) + \mathrm{E}(\varphi_2)] = 162053'',95;$$

on calcule

$$(1+\alpha)\mathrm{E}(\varphi_1) = 127074'',04:$$

de là

$$(1+\alpha)\mathrm{E}(\varphi_2) = 9^\circ 42' 59'',91.$$

Cette équation se résout très-aisément et donne

$$\varphi_2 = 9^\circ 42' 16'',85;$$

λ_2 et ψ_2 s'en déduisent aussitôt.

» Dans une prochaine Communication, nous donnerons l'expression de la différence de la longitude des deux points extrêmes. »

CHIMIE. — *Sur le spectre du nouveau métal, le davyum.* Note de M. SERGE KERN.

« J'ai étudié dernièrement le spectre du davyum, en vaporisant le métal en poudre entre les charbons de la lampe électrique. Le spectroscope que j'avais à ma disposition n'était pas assez puissant pour montrer nettement toutes les lignes secondaires; c'est pourquoi j'indique seulement les lignes principales, bien visibles dans mon spectroscope. Pour cet instrument, la ligne D coïncide avec la division 50 de l'échelle.

» Les lignes du davyum sont les suivantes :

Lignes de Fraunhofer.		
A.	17,3	
a.	22,6	
	24,3	Da
B.	28	
	31,6	Da
	32,5	
C.	34	
	36,6	
	37,3	Da
	40	
D.	50	
	53	
	54,5	Da
	55,3	
E.	71	
b.	75,4	
	84	
	84,8	Da

Lignes de Fraunhofer.		
F.	90	
	92	
	92,5	
	93,3	Da
	93,6	
	116,5	
	122	
G.	127,5	
	135,3	
	150	
	157	Da
	157,5	
	160,3	
H.	162	
H_1.	166	

» Je présenterai, dans quelque temps, un dessin colorié du spectre qui montrera plus clairement la disposition des lignes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Décomposition pyrogénée des chlorhydrate, bromhydrate et iodhydrate de triméthylamine; nouvelle caractéristique des méthylamines.* Note de M. CAMILLE VINCENT.

« 1° *Action de la chaleur sur le chlorhydrate de triméthylamine.* — J'ai déjà présenté à l'Académie (séance du 21 mai 1877) une Note sur la décomposition pyrogénée du chlorhydrate de triméthylamine, dans laquelle j'ai exposé que les produits de cette décomposition étaient différents avec la température.

» Jusqu'à 285 degrés environ, les produits gazeux sont uniquement formés de triméthylamine libre et de chlorure de méthyle; le résidu solide n'est composé que de chlorhydrate de triméthylamine non décomposé et de chlorhydrate de monométhylamine. L'équation suivante rend compte de cette décomposition :

$$3\,Az(C^2H^3)^3HCl = 2\,Az(C^2H^3)^3 + 2\,C^2H^3Cl + Az(C^2H^3)H^2,HCl.$$

» Vers 305 degrés et au-dessus, il ne reste dans le vase où se fait l'opération que du chlorhydrate de monométhylamine mélangé de chlorhydrate d'ammoniaque. Les produits gazeux renferment alors une forte proportion d'ammoniaque mélangée avec du chlorure de méthyle; enfin, vers 325 degrés environ, toute la matière se trouve décomposée ou sublimée dans le courant gazeux très-énergique. A partir de 305 degrés, la principale réaction peut être représentée par l'équation

$$Az(C^2H^3)H^2,HCl = C^2H^3Cl + AzH^3.$$

Cette décomposition pyrogénée des chlorhydrates de méthylamine offre un moyen très-simple et très-rapide de préparer de grandes quantités de chlorure de méthyle à l'état de pureté, comme je l'ai exposé dans une précédente Note. J'ai, depuis lors, fait réaliser ainsi, industriellement, la fabrication du chlorure de méthyle à l'état liquide, et ce produit est dès maintenant à bas prix à la disposition de l'industrie et des laboratoires.

» La quantité considérable de chlorure de méthyle dont j'ai pu disposer m'a permis de faire quelques observations que je crois devoir mentionner rapidement. Le chlorure de méthyle se liquéfie, comme on sait, avec facilité, par une faible compression, et donne un liquide incolore, très-mobile, bouillant vers $-23°$, sous la pression de 0,76; la tension totale de sa vapeur étant, d'après M. Regnault, de 367 centimètres de mercure à $+20°$, ce liquide peut être facilement conservé et transporté dans des vases métalliques d'un poids relativement peu considérable. Ce produit liquide pourra être utilement employé dans les laboratoires, comme réfrigérant énergique. En effet, il permet de maintenir à $-23°$ environ un appareil de condensation qui s'y trouve immergé, sans autre précaution que celle d'ajouter du chlorure de méthyle pour remplacer celui qui s'est évaporé.

» Si l'on verse du chlorure de méthyle dans un vase ouvert, et si l'on active son évaporation en y injectant de l'air sec à l'aide d'une soufflerie, on peut ainsi abaisser, en quelques instants, la température de ce liquide

à — 55°. Il est ainsi très-facile, pour ainsi dire sans appareils, de solidifier des quantités considérables de mercure.

» On peut facilement réaliser, sans pression, la distillation du chlorure de méthyle lui-même, dans une cornue de verre, en condensant ses vapeurs dans un matras refroidi par un bain de chlorure de méthyle, dans lequel on injecte constamment de l'air sec, pour en activer l'évaporation.

» Le chlorure de méthyle liquide peut rendre, comme agent chimique, des services dans les laboratoires et dans l'industrie, en permettant, par le simple réglage d'un robinet, d'avoir un courant régulier de gaz de chlorure de méthyle pur et sec, aussi longtemps qu'il peut être nécessaire, tout en permettant de connaître à chaque instant le poids de chlorure employé.

» Enfin il peut être utilisé comme réactif, à l'état liquide, dans des vases fermés; c'est ainsi que, mis en présence de l'aniline, à équivalents égaux, le chlorure de méthyle donne du chlorhydrate de monométhylaniline. Cette réaction, qui s'opère même à la température ordinaire, est très-rapide à 100 degrés.

» J'ai pensé que la décomposition pyrogénée du chlorhydrate de triméthylamine n'était pas une réaction isolée, mais que les bromhydrate et iodhydrate de triméthylamine devaient se comporter d'une façon analogue sous l'influence de la chaleur. C'est en effet ce que l'expérience est venue pleinement confirmer.

» 2° *Action de la chaleur sur le bromhydrate de triméthylamine.* — Si l'on soumet à l'action de la chaleur le bromhydrate de triméthylamine, on observe vers 230 degrés un dégagement gazeux, dont l'intensité augmente rapidement jusqu'à 270 degrés environ. Enfin, vers 300 degrés, toute la matière de la cornue a disparu. Les produits gazeux fortement alcalins étant reçus dans de l'acide sulfurique étendu s'y condensent en partie. La portion non retenue étant lavée dans l'eau, puis desséchée au moyen du chlorure de calcium, présente les caractères suivants : c'est un gaz incolore, neutre au papier de tournesol, ayant une odeur douce et éthérée; légèrement soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool; ne précipitant pas le nitrate d'argent; difficilement combustible en donnant de l'acide bromhydrique. Enfin, refroidi fortement, ce produit gazeux se condense en un liquide incolore très-mobile, bouillant à + 13° environ, sous la pression de 0,76. A ces caractères, j'ai reconnu le bromure de méthyle (1). Les pro-

(1) Il a été très-facile de condenser le bromure de méthyle en faisant passer le courant gazeux dans un réfrigérant plongé dans un bain de chlorure de méthyle.

duits alcalins retenus par l'acide sulfurique sont formés de triméthylamine, produite pendant la première phase de la décomposition, et d'ammoniaque. Tout l'appareil dans lequel s'opère la décomposition se tapisse de petits cristaux blancs, composés de bromhydrate entraîné et du produit de la réaction du bromure de méthyle sur la triméthylamine.

» 3° *Action de la chaleur sur l'iodhydrate de triméthylamine.* — L'iodhydrate de triméthylamine est blanc, beaucoup plus soluble dans l'eau à chaud qu'à froid; sa dissolution, concentrée jusqu'à ce que son point d'ébullition soit élevé à 105 degrés, abandonne par le refroidissement une abondante cristallisation d'iodhydrate de triméthylamine, en tables blanches très-brillantes, non déliquescentes, jaunissant peu à peu à l'air.

» Si l'on chauffe l'iodhydrate de triméthylamine, il commence vers 210 degrés à dégager des fumées blanches, puis des produits gazeux, et vers 280 degrés la décomposition est très-active.

» Les produits gazeux fortement alcalins étant dirigés dans de l'acide sulfurique étendu se condensent d'une façon complète, tandis qu'il se forme, au fond de l'acide, une couche liquide insoluble, qui n'est autre que de l'iodure de méthyle facile à caractériser. L'acide renferme alors de la triméthylamine et de l'ammoniaque.

» Toute la matière de la cornue finit par disparaître, et l'appareil se tapisse peu à peu d'une couche de matière blanche cristalline, très-abondante, composée principalement d'iodure de tétraméthylammonium, produit par la réaction de l'iodure de méthyle en vapeur sur la triméthylamine.

» La décomposition des chlorhydrate et bromhydrate de triméthylamine par la chaleur peut servir à préparer avec facilité le chlorure et le bromure de méthyle; mais la décomposition pyrogénée de l'iodhydrate de triméthylamine, quoique donnant de l'iodure de méthyle en abondance, ne peut cependant pas servir à préparer ce dernier corps, en raison de l'action trop énergique et trop rapide de l'iodure de méthyle sur la triméthylamine produite pendant la première période de la décomposition.

» Les réactions que je viens d'indiquer sont inverses de celles qui ont été découvertes par Hofmann, et à l'aide desquelles ce chimiste a préparé les ammoniaques composées, et notamment les méthylamines, en faisant réagir les éthers méthylbromhydrique et méthyliodhydrique sur l'ammoniaque à 100 degrés en vase clos.

» La production des chlorure, bromure et iodure de méthyle par la

décomposition pyrogénée des chlorhydrate, bromhydrate et iodhydrate de méthylamine est donc une caractéristique nouvelle de ces ammoniaques composées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'iodure d'amidon*. Note de M. **Bondonneau**, présentée par M. Berthelot.

« L'iodure d'amidon est un composé défini d'amidon et d'iode, se formant toujours avec la même composition correspondant à la formule

$$(C^{12}H^{10}O^{10})^5I.$$

» Pour l'obtenir pur, on traite par une solution d'iode, jusqu'à léger excès de ce réactif, une solution d'amidon soluble, formée par l'action de la soude caustique sur la fécule délayée dans quinze à vingt fois son poids d'eau et rendue franchement acide; l'iodure d'amidon déposé est lavé à froid avec de l'eau légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique, filtré et mis à sécher sur des plaques de verre à la température ambiante.

» L'iodure d'amidon se présente alors sous la forme de morceaux durs, difficiles à broyer, ayant une couleur violet noir à reflets cuivrés; l'eau le gonfle et remet chaque particule en liberté; il n'est bleu que tenu en suspension dans ce liquide. La chaleur le décompose : à 100 degrés il perd 16 à 18 pour 100 de son poids (eau et acide iodhydrique); il n'est plus décoloré par le sulfite de soude; la matière est devenue carbonifère. A 190 degrés, la perte arrive à 46 pour 100 sans que le produit perde sa forme primitive; sa couleur devient noir pur; il ne renferme que 2 à 3 pour 100 d'iode. Cette substance noire, traitée par l'acide nitrique, donne par une réaction énergique un mélange d'acides saccharique et oxalique; bouillie avec de l'acide sulfurique étendu, elle ne donne que des traces de glucose; une solution bouillante de soude caustique assez concentrée ne l'altère pas : à peine si le liquide se teinte de jaune.

» L'iodure d'amidon, chauffé progressivement jusqu'à 150 degrés à la partie supérieure d'un tube scellé incliné pour que les produits liquides de sa décomposition viennent se condenser dans la partie inférieure refroidie, donne une solution d'acide iodhydrique à peine jaunâtre, avec formation d'une petite quantité d'acide carbonique, sans qu'à aucun moment apparaisse les vapeurs violettes de l'iode.

» L'eau à 100 degrés et en tube scellé le décompose après un temps qui varie depuis quelques minutes à plusieurs heures, suivant les quantités mises en présence; une petite quantité se dissocie simplement en iode et amylogène, et l'autre portion, qui est la presque totalité, se transforme en glucose et acide iodhydrique; de telle sorte qu'en employant 1 partie d'iodure et 3 parties d'eau on obtient après soixante-dix heures de chauffage un liquide à peine teinté de jaune et fortement acide.

» L'iodure d'amidon se trouve décomposé avec régénération de la matière amylacée par toutes sources d'hydrogène naissant; mais il se retrouve constitué par l'action ménagée à froid des oxydants, même par l'action de l'oxygène de l'air seul.

» L'iode ne s'en trouve pas éliminé, s'il n'est pas en excès, par ses dissolvants : iodure de potassium, benzine, sulfure de carbone, etc., sauf l'alcool; tandis que ces réactifs l'enlèvent à la combinaison rouge qu'il forme avec la dextrine α.

» Maintenu en suspension dans l'eau pendant un an, il se décompose légèrement; une partie devient soluble dans l'eau, qui contient alors de la dextrine α colorant en rouge par l'iode, et de l'acide iodhydrique, mais pas de glucose; la portion insoluble a toujours la même composition.

» Si l'on fait dessécher l'iodure d'amidon mélangé préalablement avec 15 à 20 pour 100 de fécule en excès, il ne se décompose plus : un papier amidonné maintenu au-dessus ne bleuit pas.

» L'iodure d'amidon tenu en suspension dans l'eau, maintenu vers 40 degrés avec de la diastase, se décolore peu à peu, et la liqueur devenue complétement incolore ne renferme pas traces d'amidon ni d'iode libres, mais de l'acide iodhydrique, du glucose, les dextrines β et γ, et un produit organique iodé soluble que nous n'avons pu encore séparer.

» La diastase salivaire produit le même effet.

» Le goût de ce produit est fade, rappelant faiblement celui de l'iode; il sera prochainement examiné au point de vue thérapeutique.

» On ne peut faire l'analyse de ce produit qu'à l'état humide, puisque par dessiccation il perd de l'iode à l'état d'acide iodhydrique; les différents procédés d'analyses conduisent tous au même résultat, indiquant que $0^{gr},825$ de fécule anhydre absorbent $0^{gr},130$ d'iode pour former cette substance, nombres qui lui donnent pour formule

$$(C^{12}H^{10}O^{10})^5 I.$$

» Par dessiccation à froid sur de l'acide sulfurique, l'iodure d'amidon perd 1,20 pour 100 d'iode; cette décomposition continue lentement et après un an l'iodure d'amidon ne contient plus que 10 à $10\frac{1}{2}$ pour 100 d'iode. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide benzoïque et de la benzophénone.* Note de MM. **Friedel**, **Crafts** et **Ador**, présentée par M. Wurtz.

« Il résulte des expériences de M. Berthelot et d'autres chimistes que la réaction de l'oxychlorure de carbone sur la benzine, exprimée par l'équation

$$COCl^2 + C^6H^6 = C^6H^5COCl + HCl,$$

ne se produit dans aucune des conditions qui ont été expérimentées jusqu'ici. Deux d'entre nous ont reconnu, d'autre part, qu'en mélangeant de l'éther chloroxycarbonique avec de la benzine, en présence du chlorure d'aluminium, on n'obtient pas non plus un dérivé benzoïque.

» Nous avons pensé que nous pourrions parvenir à un résultat plus favorable en faisant réagir l'oxychlorure de carbone sur la benzine, avec l'aide du chlorure d'aluminium. Nos prévisions ont été dépassées. La réaction se fait à la température ordinaire, et ne donne qu'une très-petite quantité de produits accessoires. Néanmoins le produit principal n'est pas le chlorure de benzoyle, mais bien la benzophénone. Il n'y a là rien qui puisse étonner, puisque deux d'entre nous ont fait voir que le chlorure de benzoyle et la benzine, mélangés et mis en présence du chlorure d'aluminium, fournissent de la benzophénone. Pour obtenir, en quantité appréciable, le chlorure de benzoyle formé tout d'abord, il est nécessaire de sacrifier une portion de l'oxychlorure de carbone, en interrompant la réaction longtemps avant qu'elle soit complétée.

» La réaction que nous allons décrire, quoique donnant du chlorure de benzoyle et par suite de l'acide benzoïque, ne fournit donc pas un procédé pratique de préparation de cet acide; mais, pour la benzophénone, il permet de l'obtenir en quantité quelconque.

» L'oxychlorure de carbone a été préparé de la manière ordinaire, en faisant agir le chlore sur l'oxyde de carbone au soleil. On a enlevé l'excès de chlore en faisant passer le gaz, au soleil, dans de la benzine et ensuite sur du zinc en tournure. Le gaz traversait une série de flacons renfermant de la benzine additionnée de chlorure d'aluminium. Les opérations

duraient de six à vingt heures. A la fin, chacun des flacons, et particulièrement le premier, renfermait de la benzophénone en dissolution. Il est facile d'isoler celle-ci en traitant par l'eau pour dissoudre le chlorure d'aluminium, et en distillant la benzine après lavage à la potasse. La benzophénone n'est accompagnée que d'une très-petite quantité d'une matière huileuse qui bout à une température plus élevée et qui paraît être un corps plus oxygéné, peut-être C^6H^5-CO-C^6H^4-CO-C^6H^5, dont on comprendrait bien la formation.

» La benzophénone est purifiée par des cristallisations répétées dans l'alcool; néanmoins, on ne l'obtient pas ainsi tout à fait pure; elle fond de 2 à 3 degrés plus bas que le produit pur, et donne une perte de 1 à 2 pour 100 de carbone. On n'a réussi à l'avoir dans un état complet de pureté qu'en se fondant sur une remarque faite relativement à la solubilité dans l'alcool étendu de la matière huileuse, qui est moindre que celle de la benzophénone. On a donc ajouté à la solution alcoolique de la benzophénone de petites quantités d'eau, et l'on a séparé les premiers précipités. Les derniers ont fourni le produit pur, fondant à 46 degrés, bouillant de 296°,7 à 297 degrés (250 degrés non plongés dans la vapeur).

» Dans ces réactions, on n'a obtenu que des traces d'acide benzoïque. Dans l'espérance d'en obtenir davantage, on a cherché à mettre la benzine en présence d'une proportion beaucoup plus forte d'oxychlorure de carbone. On y a réussi en condensant ce gaz dans la benzine, qui se prête fort bien à cette opération, surtout lorsqu'on la refroidit. On ne peut pas tout d'abord abaisser la température au-dessous de celle à laquelle cristallise la benzine; mais, à mesure que celle-ci se charge d'oxychlorure, son point de fusion s'abaisse, et finalement elle peut rester liquide dans un mélange de glace et de sel marin. Il n'y a donc aucune limite à la quantité d'oxychlorure qu'un poids donné de benzine peut condenser. On peut concentrer une solution étendue d'oxychlorure de carbone dans la benzine en faisant cristalliser par un refroidissement énergique une partie du dissolvant; presque tout l'oxychlorure reste dans la partie liquide.

» L'absorption par le toluène et le xylène se fait dans des conditions encore plus favorables. Il est facile d'obtenir l'oxychlorure liquide pur en se servant, pour le condenser tout d'abord, d'un hydrocarbure à point d'ébullition élevé, et distillant ensuite la solution pour recueillir l'oxychlorure dans un récipient refroidi à zéro.

» 200 grammes de benzine, tenant en dissolution 110 grammes d'oxychlorure de carbone, ont été additionnés successivement, par petites portions, de 72 grammes de chlorure d'aluminium. La réaction a commencé à la température ordinaire et s'est continuée sans dégagement de chaleur. Le développement d'acide chlorhydrique a été tout à fait régulier. Le flacon où se faisait la réaction a été refroidi avec de l'eau dans laquelle on mettait de temps à autre un fragment de glace pour diminuer autant que possible l'entraînement de l'oxychlorure par l'acide chlorhydrique. Si l'on refroidit jusqu'à zéro, on arrête la réaction. Celle-ci a duré vingt heures; au bout de ce temps l'addition d'une nouvelle portion de Al^2Cl^6 ne provoque plus de réaction. Le produit a été traité par l'eau et la benzine surnageante lavée avec la potasse; puis celle-ci a été distillée pour isoler la benzophénone. On a obtenu ainsi 76 grammes de benzophénone presque pure et 2 grammes d'un produit bouillant plus haut. On n'a trouvé que des traces d'acide benzoïque.

» Le rendement en benzophénone a été relativement plus grand dans une autre opération, où l'on a employé de la benzine beaucoup moins chargée d'oxychlorure.

» Lorsqu'on a soin de ne pas laisser la réaction s'achever complétement, on obtient un résultat plus favorable au point de vue de l'acide benzoïque, quoique la proportion de ce dernier ne soit jamais bien considérable. On a laissé réagir pendant quarante-cinq minutes 30 grammes de chlorure d'aluminium sur le liquide obtenu en extrayant par cristallisation 115 grammes de benzine de la solution de 25 grammes d'oxychlorure dans 200 grammes de benzine. Après quoi on a ajouté de l'eau. La benzine surnageante, même après avoir été chauffée avec l'eau, possédait l'odeur du chlorure de benzoyle. Une petite quantité traitée par l'alcool a donné l'odeur caractéristique de l'éther benzoïque. On a pu extraire $0^{gr},55$ d'acide benzoïque de la liqueur aqueuse et de la solution obtenue en agitant la benzine avec de la potasse, acidulant et reprenant par l'éther. Il fondait à $120°,8$, distillait à 243-245 degrés et son sel d'argent a donné à l'analyse les nombres voulus. La quantité de benzophénone obtenue en même temps était d'environ 12 grammes.

» On voit que, comme on pouvait le prévoir, la condition essentielle pour obtenir de l'acide benzoïque est d'interrompre la réaction avant que tout le chlorure de benzoyle formé ait eu le temps de réagir sur la benzine avec l'aide du chlorure d'aluminium. La réaction générale peut donc être

exprimée par les équations

$$C^6H^6 + COCl^2 = C^6H^5COCl + HCl$$

et

$$C^6H^5, COCl + C^6H^6 = C^6H^5, CO, C^6H^5 + HCl.$$

Des expériences analogues ont été entreprises avec le toluène et avec le xylène. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences sur le développement rubanaire du cysticerque de l'homme.* Note de M. **Redon**, présentée par M. Milne Edwards.

« De plusieurs observations médicales, faites sur le vivant ou le cadavre, il résulte que l'homme peut, comme le porc, être complétement infesté de cysticerques, devenir ladre en un mot.

» Les cysticerques de l'homme, signalés depuis tantôt un siècle, que plusieurs zoologistes ont examinés avec intérêt et que je viens d'étudier à nouveau, sont constitués essentiellement par deux tuniques concentriques : l'externe, plus épaisse, est formée d'un tissu conjonctif très-dense ; l'interne, d'une organisation plus simple, est hyaline, contient un liquide limpide et incolore et présente une ombilication blanchâtre. Ce point blanc, qui fait une légère saillie à l'intérieur, est le scolex.

» Le scolex, long de $0^m,005$ à $0^m,007$ quand il est complétement dévaginé, offre à sa partie inférieure des granulations assez nombreuses et des striations qui indiquent déjà la structure annelée du ruban et à son extrémité supérieure un renflement particulier. Cette extrémité est munie de quatre ventouses et d'un proboscide armé d'une double couronne de crochets. Le nombre des crochets varie de vingt-huit à trente-deux ; une seule fois, sur près de cent scolex observés, il m'est arrivé de compter quarante et un crochets disposés assez régulièrement sur trois rangs. Ce fait isolé permet de considérer comme une anomalie ces scolex à trois couronnes de crochets que Meinland a mentionnés le premier et que Leuckart décrit volontiers comme une espèce spéciale, à laquelle il impose le nom d'*Acanthotrias.*

» Le cysticerque de l'homme n'est-il pas identique au cysticerque du porc ? Ce rapprochement, qui découle naturellement de l'étude anatomique du scolex, a soulevé d'assez nombreuses controverses. Après des hésitations et des affirmations contraires, le savant helminthologue Bertolus a lui-même

reconnu que la discussion resterait pendante tant qu'on n'aurait que les scolex pour termes de comparaison, et qu'il était de toute nécessité, pour mettre fin aux hypothèses, de mettre en regard les formes rubanaires. Or, en admettant que le cysticerque de l'homme représente la deuxième phase du développement du *Tænia solium*, l'état parfait, strobilaire de ce parasite, sera obtenu dans les intestins de l'homme, mais là seulement, selon toute vraisemblance. Il fallait donc ne point connaître le terme des transformations de la larve ou vouloir bien servir soi-même de milieu à son évolution. Aussi, après avoir examiné attentivement les travaux de Bertolus, après avoir reconnu moi-même une ressemblance remarquable, sinon une identité absolue entre les cysticerques de l'homme et ceux du porc, je me suis décidé, d'après les conseils de MM. les professeurs Lortet et Chauveau, à ingérer, dans du lait tiède, quatre des kystes recueillis sur un cadavre échoué à l'amphithéâtre des hôpitaux de Lyon. En outre, comme ces cysticerques pouvaient être ceux d'un tænia porté par un animal en relation fréquente avec l'homme, comme d'autre part, si le cysticerque de l'homme et le cysticerque du porc ne font qu'un, le même individu peut porter les deux états, cystique et rubanaire, du même entozoaire, je pris la précaution d'en faire avaler un certain nombre à des porcs et à des chiens à la mamelle.

» Des trois sujets mis en expérience, un seul, l'homme, a fourni le milieu favorable.

» Les porcs, nourris dans des conditions spéciales, ont succombé à de l'entérite, à des intervalles plus ou moins éloignés de l'époque de l'ingestion, sans que l'autopsie, faite avec le plus grand soin, nous révélât des traces de parasite.

» Les chiens ne contenaient non plus aucune trace de ver rubanaire.

» Enfin moi-même, après trois mois et deux jours d'attente, j'ai constaté la présence de cucurbitains dans mes selles.

» Au premier examen, M. le professeur Lortet, des plus autorisés en Helminthologie, croit pouvoir affirmer que les *proglottis* et les œufs appartiennent au *Tænia solium*. Cette opinion a été bientôt confirmée par l'expulsion d'un strobile complet, qui sera déposé au musée de la Faculté de Médecine de Lyon.

» Le résultat de ces recherches m'a semblé digne d'être soumis à l'Académie, puisque, d'une part, il met un terme à toute discussion sur la nature et le développement du cysticerque de l'homme, et que, d'autre part, il offre une exception frappante à cette grande loi du parasitisme à génération alternante, en apparence si absolue : le même parasite ne peut atteindre

son développement complet dans le même individu ou chez deux individus de même espèce.

» *P.-S.* — Depuis la rédaction de cette Note, de nouveaux symptômes gastriques et la présence de cucurbitains dans mes selles indiquent que je suis encore porteur d'un ou de plusieurs parasites; ce qui n'a pas lieu d'étonner, puisque j'ai avalé quatre cysticerques. »

MÉTÉORITES. — *Description des pierres météoriques de Rochester, Warrenton et Cynthiana, qui sont respectivement tombées les* 21 *décembre* 1876, 3 *janvier et* 23 *janvier* 1877, *avec quelques remarques sur les chutes précédentes de météorites dans la même région.* Note de M. LAWRENCE SMITH, présentée par M. Daubrée.

« Une première Communication sommaire sur les trois météorites qui forment l'objet de cette Note a été faite, il y a quelques mois, à l'Académie (1).

» Le premier point intéressant consiste dans la connexion de ces trois chutes de météorites qui ont eu lieu dans une période de trente-deux jours et sur une bande de pays ayant environ 2 degrés de latitude sur 6 degrés de longitude. Toutefois ces météorites diffèrent entre elles dans leur constitution minéralogique, et chacune d'elles appartient à un type différent du type le plus commun.

» *Météorite de Rochester* (*Indiana*). — Le bolide apparut le 21 décembre 1876, à 9 heures du soir, et fut d'une magnificence extraordinaire, en passant sur les États de Kansas, Missouri, Illinois, Indiana, Ohio, Pensylvanie et New-York. A Bloomington, où il était élevé de 15 degrés au-dessus de l'horizon, sa traînée, d'après le calcul, avait une longueur de 16 à 18 kilomètres, c'est-à-dire qu'elle était l'une des plus considérables que l'on ait observée. Sa hauteur est évaluée à environ 50 kilomètres. En différents points de sa trajectoire, il projeta des fragments, avec le grondement habituel, en passant au-dessus de l'État d'Indiana; le corps principal était suivi par un essaim de petits bolides dont plusieurs avaient la dimension apparente de Vénus ou de Jupiter; sa vitesse paraissait être de 12 à 19 kilomètres par secondes.

» Le seul fragment du bolide connu est tombé à 3 milles au nord-ouest de Rochester (latitude, 81 degrés; longitude, 86 degrés). Il ne pesait pas

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 398, séance du 26 février 1877.

400 grammes, et, comme on n'a entendu parler d'aucune autre chute, il est probable que la masse du bolide s'est dissipée en poussière, ainsi qu'en très-petits fragments, comme on l'a vu dans la chute de Hessle, en Suède.

» Sa texture est globulaire et, par la simple pression des doigts, on peut en dégager de petits grains sphériques, de 2 ou 3 millimètres de diamètre; après avoir séparé quelques globules de la pâte, j'ai reconnu qu'ils ont exactement la composition de cette dernière (46,80 de partie soluble, 53,20 de partie insoluble); comme elle, ils renferment de petits grains de fer nickelé.

» La densité, d'après une moyenne, est de 3,55.

» En examinant au microscope une tranche mince de cette roche, on y distingue deux silicates constitutifs et rien qui ressemble à l'anorthite; il en est de même des globules examinés dans les mêmes conditions.

» *Météorite de Warrenton (Missouri).* — Le 3 janvier 1877, au coucher du Soleil, à 8 kilomètres de Warrenton, État de Missouri (latitude, 38° 50'; longitude, 91° 10'), on vit tomber une masse qui s'annonça par un bruit venant du nord-ouest. Cette masse se brisa en un certain nombre de morceaux; elle devait avoir originairement une forme conique et environ 70 centimètres de longueur; on suppose qu'elle pesait environ 50 kilogrammes, mais on n'en a guère conservé que 5 ou 7 kilogrammes.

» Cette météorite offre un intérêt particulier, en ce qu'elle ne ressemble à aucune autre météorite connue, si ce n'est à celle qui est tombée à Ornans, le 11 juillet 1868, dont M. Daubrée a donné la description [1] et que M. Pisani a analysée [2].

» La croûte, qui est mate, est en partie scoriacée. Cette météorite est très-friable, ce qui explique sa division en fragments, lors de son arrivée sur le sol. Sa densité est 3,47 et la proportion de grains métalliques y est faible.

» D'après l'analyse, la proportion des minéraux constitutifs est à peu près comme il suit :

Péridot............	76,00
Bronzite et pyroxène.....	18,00
Fer nickelé.............	2,00
Troïlite................	3,50
Fer chromé.............	0,50
	100,00

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, t. XXVI, p. 95.
(2) *Comptes rendus*, 1868; t. LXVII, p. 663.

» Le péridot forme donc environ les $\frac{4}{5}$ de la masse pierreuse.

» *Météorite de Cynthiana (Kentucky).* — Le 23 janvier 1877, à 4 heures après midi, un bolide splendide fut aperçu par plusieurs personnes, traversant le comté de Monroë (Indiana), à environ 35 degrés au-dessus de l'horizon. Cette apparition, coïncidant avec le bruit qui accompagne ordinairement l'approche de ces corps, jeta la consternation parmi les habitants du voisinage.

» Sur une surface de 2 à 3 centimètres carrés, la météorite n'avait pas de croûte, ce qui, au premier abord, aurait pu faire croire que la fracture s'était faite postérieurement à la chute. Mais, après un examen attentif, je vis que cette fracture était apparue avant que la matière fondue fût entièrement refroidie; car quelques parcelles de cette dernière matière avaient été projetées sur cette surface non couverte de croûte.

» Le poids de la pierre est de 6 kilogrammes; sa texture est tout à fait bréchiforme, et elle est identique avec celle de Parnallee, à laquelle elle ressemble également par d'autres caractères, notamment par les grains d'un jaune pâle et arrondis, de 5 à 6 millimètres de diamètre, comme dans cette dernière; la densité est de 3,47; son aspect sous le microscope correspond à celui qu'a indiqué M. Maskelyne.

» De l'analyse chimique on déduit la composition minéralogique suivante :

Péridot................	50,00
Bronzite et pyroxène.....	38,00
Fer nickelé.............	6,00
Troïlite................	5,50
Fer chromé..	0,52
	100,02

» *Remarques sur la région dans laquelle ces météorites sont tombées.* — Pendant les dix-huit dernières années, il y a eu, aux États-Unis, douze chutes de météorites qui ont été recueillies; toutes ces chutes ont été décrites par moi en détail, sauf une ou deux exceptions, et j'en ai envoyé des échantillons à différents musées d'Amérique et d'Europe. En estimant la quantité de matière minérale qu'elles ont fournie, j'ai été frappé de ce fait remarquable, que huit d'entre elles, représentant plus de 1000 kilogrammes de matière, sont tombées dans la région des Prairies de l'ouest, et sur une surface qui n'excède pas $\frac{1}{8}$ de l'étendue des États-Unis.

» Contrairement à l'idée qui se présente d'abord, on ne peut attribuer ce fait à ce que cette région est plus peuplée, et par conséquent a plus d'observateurs.

» Une circonstance encore plus frappante est celle-ci, que dans ces soixante dernières années il y a eu, aux États-Unis, vingt chutes bien observées de météorites, parmi lesquelles dix ou la moitié sont tombées dans cette même région qui vient d'être signalée comme ayant reçu les huit chutes les plus récentes; de plus, ces chutes y ont apporté environ 1200 kilogrammes de substance minérale, c'est-à-dire une quantité vingt fois plus grande que celle des dix autres chutes qui, pendant la période précitée, ont eu lieu en dehors de cette région. »

« M. Daubrée, en présentant à l'Académie les trois échantillons de météorites dont il vient d'être question, et que M. Lawrence Smith a bien voulu offrir à la collection du Muséum d'Histoire naturelle, ajoute qu'en effet la ressemblance entre la météorite de Warrenton et celle d'Ornans est telle que les deux échantillons paraîtraient détachés d'un même bloc.

» Quant aux coïncidences de lieu et de date signalées par M. Lawrence Smith, on peut en trouver d'analogues dans d'autres parties du globe. A côté de pays, comme la Suisse, où les chutes sont très-rares, il est des régions particulièrement favorisées, au moins depuis le commencement du siècle : telles sont certaines parties du midi de la France, de la Russie occidentale, de l'Algérie, de l'Inde.

» C'est ainsi qu'en 1863, et à soixante-sept jours d'intervalle, deux chutes ont eu lieu en des points très-voisins : l'une, le 2 juin, à Buschhof, en Courlande; l'autre, le 8 août, à Pillitsfer, en Livonie, et que, moins d'une année après, le 12 avril 1864, une troisième chute a été observée à Nerft, en Courlande; que dans l'Inde, le 6 mars 1853 et le 12 mai 1861, il est tombé des météorites sur des localités voisines : la première à Segowlee, la deuxième à Butsura.

» Quoique ces rapprochements paraissent être fortuits, ils ne méritent pas moins d'être rappelés. »

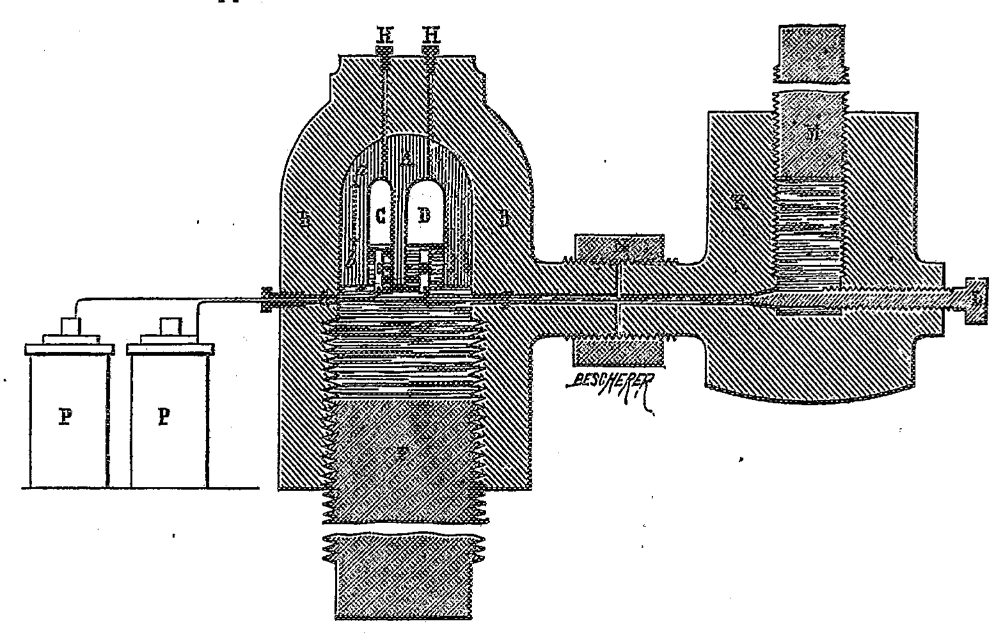
M. A. Bouvet adresse une Note relative à une disposition destinée à comprimer l'oxygène et l'hydrogène jusqu'à des pressions très-considérables.

L'auteur donne la description suivante de l'appareil, tel qu'il pourrait être construit, et de la façon dont on devrait diriger l'opération :

« Supposons un voltamètre formé par un bloc de verre dans lequel on a creusé deux éprouvettes, dont l'une a un volume exactement double de celui de l'autre. Ce voltamètre A est placé dans un bloc métallique B extrêmement résistant. L'orifice par lequel on introduit le voltamètre est fermé à l'aide d'une vis de pression F.

» Un orifice spécial G permet d'introduire les deux fils destinés à communiquer avec les électrodes placées dans les éprouvettes. Deux canaux fermés chacun par une vis de pression H sont destinés à purger l'air contenu dans l'appareil avant le commencement de l'expérience; enfin, à la partie inférieure du bloc métallique, se trouve une tubulure J, qui met en communication la cavité intérieure du bloc avec un réservoir K fermé par une forte vis M faisant fonction de piston plein et destinée à augmenter la pression à l'intérieur des éprouvettes pendant l'opération.

» Nous supposons que les éprouvettes dans la hauteur *ab* contiennent respectivement l'une 1 litre, l'autre 2 litres; tout l'appareil est rempli d'eau purgee d'air et légèrement acidulée; on ouvre les deux petites vis H, pour s'assurer qu'il ne reste aucune trace d'air à l'intérieur de l'appareil.



» L'appareil étant fermé, on fait passer le courant provenant d'une pile composée d'un nombre suffisant d'éléments PP : l'électrode positive correspond à l'éprouvette C, l'électrode négative à l'éprouvette D.

» Supposons que la décomposition de l'eau s'effectue et que le niveau de l'eau dans les éprouvettes baisse jusqu'en *b*, nous concluons que l'eau qui y était contenue s'est transformée en gaz. Mais alors ces gaz, s'ils ne se sont pas dissous en partie dans l'eau restant dans l'appareil, ou s'ils n'ont pas été absorbés par les électrodes toujours immergées dans le liquide, et abstraction faite de la différence des coefficients de compressibilité, ces gaz, disons-nous, sont soumis à une pression considérable que l'on peut aisément calculer.

» Les deux éprouvettes, ayant une capacité totale de 3 litres, renfermaient 3 kilogrammes d'eau. L'eau étant considérée comme incompressible, on peut dire que ces 3 kilogrammes d'eau ont été remplacés par 3 kilogrammes de gaz. Or, 1 litre d'oxygène pèse 1,429802; 2 litres d'hydrogène pèsent 0,179156; les 3 volumes de gaz pèsent donc

1,608958; par suite, les volumes de gaz ainsi produits sont soumis à une pression de

$$\frac{1000 \times 3}{1,608958} = 1854^{atm},50.$$

» Cette pression est déjà considérable; on peut facilement l'augmenter. Si, en effet, nous faisons fonctionner la vis de pression formant piston plein qui est dans le réservoir annexe, l'eau refoulée va comprimer les gaz. Supposons que les deux éprouvettes soient ainsi à moitié remplies d'eau, les gaz, ayant diminué de volume dans la proportion de 1 à $\frac{1}{2}$, sont soumis à une pression double, c'est-à-dire à $1864,5 \times 2 = 3739^{atm}$. On peut faire passer à nouveau le courant, pour que, sous l'action d'une nouvelle décomposition, le niveau de l'eau soit ramené en *b*, puis comprimer à nouveau le gaz, etc.

» On agira donc sur des volumes de gaz très-considérables, sans être exposé aux fuites si difficiles à éviter quand on se sert de pompes, et surtout quand il s'agit de manipuler de l'hydrogène.

» En résumé, on peut dire qu'avec ce dispositif on pourra obtenir des pressions qui ne seront limitées que par la résistance même des appareils (1). »

M. F. Hément adresse une Note relative au maximum de densité de l'eau.

M. Haro adresse une Note relative à une nouvelle méthode pour déterminer la richesse alcoolique des vins.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

---

(1) On sait que des recherches ont été faites dans des conditions semblables, d'une part par M. Favre, d'autre part par M. Cailletet; l'expérience se termine toujours par une explosion. Il est probable que l'auteur prendra ses précautions en conséquence. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 octobre 1877.

Carte géologique détaillée. Abbeville, feuille 11; *Orléans,* feuille 95; *Dunkerque,* feuille 2; *Gien,* feuille 109, avec texte. Paris, 1877; 4 feuilles.

Les nouvelles méthodes de navigation. Étude critique; par M. A. Ledieu, correspondant de l'Institut. Paris, Dunod, 1877; 1 vol. in-8° relié.

Des principes de l'écriture phonétique, etc.; par P. Jozon. Paris, Germer-Baillière, 1877; in-12.

Mémoire sur le Phylloxera vastatrix *de la vigne, etc.; par* Ossian-G. Edwards. Paris, Berger-Levrault, 1877; br. in-8° (Renvoi à la Commission.)

Nouveau traitement des maladies de la vigne, Phylloxera, Oïdium, etc.; par l'engrais minéral Muleur. Sens, impr. Duchemin, 1877; br. in-8° (Renvoi à la Commission.)

Pernet. *Exposition et réfutation rapide des erreurs contemporaines.* Bourg, impr. Villefranche, sans date; br. in-8°.

Notice sur les travaux de M. le comm. A. Cialdi. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Adressée par M. de Tessan.)

On some points in connection with animal nutrition, etc.; by Dr J.-H. Gilbert. London, V. Broocks, sans date; br. in-8°.

The quarterly review, n° 287, july 1877. London, John Murray, 1877; br. in-8°.

Minutes of proceedings of the institution of civil engineers; with other selected and abstracted papers; vol. XLIX, session 1876-1877; Part III. London, 1877; in-8° relié.

La pedagogia dettata nelle scuole magistrali e normali, maschili e femminili, del regno d'Italia; per S. Vacca da Mondovi. Osimo, tipogr. Quercetti, 1877; br. in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani; disp. 8, agosto 1877. Palermo, tipogr. Lao, 1877; in-4°.

Atti dell' Accademia pontificia de' nuovi Lincei, compilati dal Segretario,

anno XXX, sessione III del 18 febbraio 1877. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1877; in-8°.

Descriptiones plantarum novarum et minus cognitarum; fasciculus V, auctore E. RIGEL. Saint-Pétersbourg, 1877; br. in-8°.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro. (1)	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne vraie. (5)	Écart de la normale. (6)	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7)	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface. (9)	à 0m,30. (10)	à 1m,00. (11)	TENSION DE LA VAPEUR. (12)	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE (à 1m,80) (14)	ÉVAPOROMÈTRE (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE sans correction locale. (16)	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air. (17)
	mm	°	°	°	°	°	°		°	°	°	mm		mm	mm	ell	mg
1	758,4	8,6	21,0	14,8	14,6	− 2,7	14,7	42,2	15,6	18,9	18,3	7,2	60	.	3,9	14,3	0,4
2	755,7	8,4	22,7	15,6	14,4	− 2,7	15,3	33,1	14,1	18,7	18,2	7,3	62	.	3,1	19,8	0,5
3	749,1	10,7	18,2	14,5	12,9	− 4,1	12,9	39,5	12,6	18,0	18,1	8,4	77	7,4	2,5	10,0	1,1
4	761,4	10,0	14,9	12,5	12,2	− 4,7	12,2	13,2	11,8	16,5	18,0	8,4	80	0,3	2,2	7,4	0,6
5	763,2	6,4	18,3	12,4	11,1	− 5,7	11,9	37,4	11,1	15,8	17,7	7,0	75	.	2,2	10,8	0,1
6	754,0	5,3	21,0	13,2	14,1	−2,6	14,0	40,9	15,7	15,8	17,4	8,1	71	3,2	2,7	− 3,1	0,8
7	749,2	11,9	16,2	14,1	14,1	− 2,5	14,0	8,4	14,4	16,2	17,1	11,3	94	13,8	0,3	0,8	0,4
8	750,5	11,5	14,9	13,2	13,1	− 3,3	12,6	8,3	12,7	15,7	16,9	10,3	92	16,4	0,4	0,3	0,3
9	753,2	12,0	15,7	13,9	13,8	− 2,5	(13,5)	10,3	13,9	15,5	16,7	10,1	86	0,0	1,1	2,6	0,4
10	756,2	12,2	19,8	16,0	14,5	− 1,7	14,4	30,0	15,0	15,9	16,6	10,5	86	.	1,2	5,3	0,3
11	752,0	10,3	25,6	18,0	16,0	− 0,1	16,6	38,9	16,7	16,3	16,4	11,5	87	2,4	1,5	2,9	0,3
12	756,9	10,5	23,1	16,8	15,6	− 0,4	16,0	35,4	16,4	16,4	16,4	9,9	77	.	2,4	3,7	0,8
13	760,5	11,3	21,8	16,6	15,7	− 0,2	15,8	46,5	16,3	16,4	16,3	10,0	77	.	2,0	7,4	0,9
14	759,3	10,5	22,8	16,7	16,2	0,4	16,5	37,2	15,7	16,7	16,3	11,1	82	.	2,2	4,1	0,8
15	755,7	10,4	22,7	16,6	14,5	− 1,2	14,9	34,8	13,8	16,9	16,3	10,2	84	0,0	2,7	8,4	0,8
16	762,1	9,3	18,7	14,0	13,2	− 2,4	13,7	33,9	13,1	16,5	16,3	7,9	74	.	3,8	15,9	0,3
17	760,2	8,6	16,0	12,3	12,2	− 3,3	12,1	20,0	11,7	15,7	16,3	8,7	83	0,4	2,9	12,1	0,2
18	760,5	8,1	16,1	12,1	10,6	− 4,7	11,1	35,6	11,0	15,1	16,2	7,0	75	.	3,3	11,7	0,2
19	756,3	6,3	16,1	11,2	11,9	− 3,3	11,6	14,0	11,8	14,6	16,1	9,2	88	0,0	1,4	6,7	0,0
20	750,1	11,0	17,3	14,2	13,1	− 2,0	13,2	15,4	14,1	15,0	15,9	9,5	86	1,8	1,5	3,8	0,1
21	748,5	8,2	13,7	11,0	9,4	− 5,6	9,2	17,8	9,2	14,6	15,7	7,0	81	3,3	1,9	7,9	0,5
22	751,7	4,2	14,3	9,3	8,9	− 6,0	9,2	31,0	7,4	13,4	15,6	6,5	78	1,1	2,1	13,9	0,0
23	753,7	3,1	15,5	9,3	9,2	− 5,6	10,0	20,5	9,1	12,8	15,3	7,2	83	0,0	1,4	9,6	0,0
24	755,7	8,5	13,3	10,9	9,6	− 5,1	9,7	13,4	8,6	13,0	15,0	7,2	82	1,6	1,2	7,4	0,0
25	760,2	4,6	13,9	9,3	9,0	− 5,6	9,2	37,3	9,8	12,5	14,8	6,3	75	.	2,9	9,1	0,2
26	762,9	6,0	15,5	10,8	9,7	− 4,8	10,0	37,8	10,1	12,5	14,6	6,5	75	.	1,6	9,1	0,2
27	764,1	2,6	15,1	8,9	9,0	− 5,4	9,5	43,7	8,1	12,2	14,4	5,4	67	.	2,7	16,8	0,1
28	761,3	3,5	17,4	10,5	10,1	− 4,2	11,1	43,3	9,7	12,0	14,1	6,0	67	.	2,8	14,8	0,3
29	759,4	3,5	18,4	11,0	10,3	− 3,9	11,3	42,9	10,8	12,2	14,0	7,2	79	.	1,4	20,1	0,4
30	757,9	4,3	18,6	11,5	11,3	− 2,8	11,6	35,7	10,9	12,4	13,9	7,9	81	.	1,8	12,6	0,1

Minima barométriques : le 3, à 9^h m., $747^{mm},5$; le 8, vers 3^h15^m., $745^{mm},7$; le 11, à 3^h s., 751,5; le 21, à 3^h20^m m., $746^{mm},4$.

(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyennes des observations sexhoraires.

(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6^h m. à 6^h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(6) La moyenne normale est déduite de la courbe rectifiée des moyennes de 60 années d'observations.

(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (18)	Inclinaison. (19)	Intensité horizontale. (20)	Intensité totale. (21)	VENTS à 20 mètres. Direction moyenne. (22)	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure. (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (28)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (25)	REMARQUES.
	° ′	° ′				km.	kg.			
1	17.9,1	65.35,0	1,9351	4,6619	NW à NE	9,93	0,93	W k	7	Faible rosée matin et soir.
2	9,2	34,5	9355	6612	S	7,71	0,56	WSW	6	Forte rosée le matin. [et de 12^h25 à 1^h35^ms.]
3	8,7	35,2	9347	6615	WSW	29,53	8,22	WSW	8	Const. pluv.; surt. à 4^h10^m, de 7^h35 à 9^h45^m m.
4	9,6	35,2	9359	6644	N ¼ NW	19,50	3,59	NNW	7	Pluie le matin et milieu du jour.
5	9,2	35,1	9357	6637	NE	8,51	0,68	N	1	Forte rosée matin et soir.
6	9,4	34,6	9358	6625	E	7,90	0,59	WSW k	6	Pluie de 7^h45^m s., à 3^h45^m m. le lendemain.
7	9,3	34,8	9359	6633	NNE	12,54	1,48	NE	10	Pluies fortes et continuelles de 2^h45^m soir à
8	9,5	34,8	9354	6620	NE	17,21	2,79	NE	10	midi 35^m le lendemain; puis continuellement
9	9,2	34,3	9363	6627	NE	7,04	0,47	″	10	pluv. jusque vers midi du 9, mais faiblem.
10	9,8	34,3	9360	6619	WSW	5,15	0,26	W k	6	″
11	9,4	34,0	9356	6600	S à W	13,79	1,80	SSW k	4	Pluie vers 4^h20^m soir.
12	9,0	33,3	9359	6588	WSW	18,98	3,40	SW	3	Rosée abondante le matin.
13	8,7	33,2	9355	6575	SW	17,62	2,92	NW k	5	Rosées matin et soir; halos.
14	11,6	33,1	9361	6586	SSW	14,69	2,04	WSW k	4	Rosées matin et soir.
15	9,1	32,0	9366	6566	SW à NW	18,14	3,10	SW k	5	Id. forte le matin; pluie vers midi.
16	8,6	32,7	9355	6561	N	12,99	1,59	NW k	3	Forte rosée le soir.
17	8,1	32,3	9360	6560	N	16,61	2,60	N	9	Id. le matin; pluie par intervalles.
18	6,9	32,2	9364	6567	NE	18,91	3,37	NNE	4	Abondante rosée le soir.
19	9,7	34,6	9339	6578	NW	(9,78)	(0,90)	NW	10	Brumes et pluies faibles intermittentes.
20	8,9	33,7	9348	6573	NW à SW	(11,77)	(1,31)	NNW	9	Pluies faibles intermittentes.
21	8,8	33,8	9349	6578	NNW	12,73	1,53	NNW	6	Id: le matin; forte rosée le soir.
22	8,9	33,3	9358	6584	N	10,97	1,14	N	3	Ondée avec grêle à 4^h40^m s.; puis rosée la nuit.
23	9,2	34,2	9356	6607	W à NW	11,53	1,26	SW à NW	7	Forte rosée le matin; pluv. depuis 4 h. s.
24	9,2	33,6	9353	6582	NW	9,20	0,80	NNW	8	Faibles pluies vers le milieu du jour.
25	9,3	32,9	9361	6580	NNW	12,15	1,39	N	6	Rosées matin et soir.
26	8,5	33,2	9359	6585	NE	6,53	0,40	NNE	2	Forte rosée le soir et ciel clair.
27	9,1	33,0	9355	6568	ENE	10,40	1,02	»	0	Brumeux le matin; puis beau temps.
28	8,7	32,5	9358	6563	ENE	11,60	1,27	»	0	Beau temps: rosées matin et soir.
29	7,9	32,6	9355	6556	ENE	4,83	0,22	»	0	Id. id.
30	8,2	32,5	9360	6567	NNE	8,23	0,64	»	0	Id. Brumes le matin.

(18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues faites sur la fortification du bastion n° 82.

(20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites dans le pavillon magnétique du parc.

(22) (24) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. *k* désigne les cirrhus.

(23) Vitesses maxima : le 3, 55 kilomètres; le 11, 43 kilomètres; le 15, $37^{km}5$; les 4 et 12, 35 kilomètres.

MOYENNES HORAIRES ET MOYENNES MENSUELLES (Septembre 1877).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit	Moyennes
Déclinaison magnétique	17° +	5′,0	6′,7	14′,5	12′,5	9′,7	8′,2	6′,9	17°. 9′,0
Inclinaison »	65° +	34,3	34,9	33,5	33,4	33,3	33,2	33,5	65.33,7
Force magnétique totale	4,+	6606	6584	6569	6581	6593	6596	6597	4,6592
Composante horizontale	1,+	9354	9338	9349	9355	9361	9364	9361	1,9356
Composante verticale	4,+	2397	2381	2359	2369	2380	2383	2385	4,2380
Électricité de tension [éléments Daniell (1)]		5,4	14,4	11,1	5,5	14,6	14,2	4,4	8,9
Baromètre réduit à 0°		756,47 mm	756,96 mm	756,66 mm	756,17 mm	756,21 mm	756,61 mm	756,48 mm	756,46 mm
Pression de l'air sec		748,26	748,26	748,35	748,12	747,78	748,00	748,05	748,11
Tension de la vapeur en millimètres		8,21	8,70	8,31	8,05	8,43	8,61	8,43	8,35
État hygrométrique		93,6	77,3	61,2	57,7	70,5	81,9	89,1	78,6
Thermomètre du jardin (ancien abri)		9°,06	12°,91	15°,99	16°,42	13°,96	11°,95	10°,31	12°,33
Thermomètre électrique à 20 mètres		9,52	12,89	15,63	16,32	14,34	12,46	10,84	12,58
Degré actinométrique		3,95	50,55	55,85	38,22	1,19	»	»	29,95
Thermomètre du sol. Surface		7,93	18,18	20,92	19,19	12,11	10,03	8,48	12,36
» à 0m,02 de profondeur		13,44	13,28	14,08	15,02	15,26	14,87	14,38	14,29
» à 0m,10 »		14,50	14,16	14,28	14,87	15,35	15,39	15,07	14,80
» à 0m,20 »		15,21	14,97	14,81	14,91	15,20	15,42	15,37	15,15
» à 0m,30 »		15,47	15,33	15,17	15,11	15,22	15,38	15,43	15,32
» à 1m,00 »		16,21	16,20	16,19	16,18	16,16	16,14	16,11	16,17
Udomètre enregistreur		14,00 mm	7,96 mm	4,45 mm	4,49 mm	7,36 mm	6,17 mm	5,69 mm	t. 50,12 mm
Pluie moyenne par heure		0,078	0,088	0,049	0,050	0,082	0,069	0,063	»
Évaporation moyenne par heure		0,018	0,046	0,139	0,195	0,165	0,078	0,043	t. 63,0
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		10,29	10,56	15,43	16,40	15,01	11,77	10,62	12,55 k
Pression moy. en kilog. par mètre carré		1,00	1,05	2,24	2,53	2,12	1,31	1,06	1,49

Données horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.	Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k		° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 7,6	756,31	10,02	9,94	1,40	10,23	1h soir	17.14,9	756,47	16,16	15,90	1,76	16,05
2 »	8,5	56,17	9,24	9,60	3,17	10,35	2 »	14,0	56,29	16,42	16,23	1,85	16,55
3 »	8,8	56,10	8,67	9,26	1,81	9,93	3 »	12,5	56,17	16,32	16,11	0,88	16,61
4 »	8,1	56,12	8,47	9,04	0,85	10,10	4 »	11,0	56,10	15,87	15,74	1,80	15,75
5 »	6,6	56,26	8,78	8,77	2,85	10,52	5 »	10,1	56,12	15,16	14,79	3,73	15,69
6 »	5,0	56,47	9,52	8,79	3,92	10,60	6 »	9,7	56,21	14,34	13,90	1,83	13,60
7 »	4,1	56,72	10,56	9,54	1,75	9,67	7 »	9,4	56,36	13,58	13,11	0,84	12,02
8 »	4,6	56,88	11,73	11,18	3,07	9,92	8 »	9,0	56,50	12,93	12,34	1,90	11,95
9 »	6,7	56,96	12,89	12,49	3,14	12,10	9 »	8,2	56,61	12,46	11,81	3,43	11,34
10 »	9,7	56,95	13,96	13,52	1,60	14,49	10 »	7,3	56,67	12,02	11,46	1,16	10,98
11 »	12,6	56,85	14,88	14,72	1,96	15,61	11 »	6,7	56,61	11,50	10,79	1,08	10,96
Midi	14,5	56,66	15,63	15,44	0,89	16,19	Minuit	6,9	56,48	10,84	10,31	3,45	9,93

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima........ 8°,1 Des maxima........ 17°,9 Moyenne.......... 13°,0

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima........ 6°,6 Des maxima........ 25°,5 Moyenne.......... 16°,1

Températures moyennes diurnes par pentades.

1877. Août 29 à Sept. 2. 16°,0	Sept. 8 à 12...... 14°,6	Sept. 18 à 22..... 10°,8
Sept. 3 à 7....... 12,9	» 13 à 17...... 14,4	» 23 à 27..... 9,3

(1) Et sans correction locale.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 OCTOBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. H.-Milne Edwards présente à l'Académie le complément du tome XII de son ouvrage intitulé : « Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux ».

» Dans ce fascicule, l'auteur traite de la physiologie de la vue et de la production des sons (voix, etc.). Dans le volume suivant, qui est sous presse, il s'occupera des actions nerveuses excito-motrices ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques.* Note de M. Hermite.

« La théorie analytique de la chaleur donne pour l'importante question de l'équilibre des températures d'un corps solide homogène, soumis à des sources calorifiques constantes, une équation aux différences partielles dont l'intégration, dans le cas de l'ellipsoïde, a été l'une des belles découvertes auxquelles est attaché le nom de Lamé. Les résultats obtenus par l'illustre géomètre découlent principalement de l'étude approfondie d'une équation différentielle linéaire du second ordre, que j'écrirai avec les

notations de la théorie des fonctions elliptiques, sous la forme suivante :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = [n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 x + h]y,$$

k étant le module, n un nombre entier et h une constante. Lamé a montré que, pour des valeurs convenables de cette constante, on y satisfait par des polynômes entiers en $\operatorname{sn} x$:

$$y = \operatorname{sn}^n x + h_1 \operatorname{sn}^{n-2} x + h_2 \operatorname{sn}^{n-4} x + \ldots,$$

dont les termes sont de même parité, puis encore par ces expressions :

$$y = (\operatorname{sn}^{n-1} x + h'_1 \operatorname{sn}^{n-3} x + h'_2 \operatorname{sn}^{n-5} x + \ldots) \operatorname{cn} x,$$
$$y = (\operatorname{sn}^{n-1} x + h''_1 \operatorname{sn}^{n-3} x + h''_2 \operatorname{sn}^{n-5} x + \ldots) \operatorname{dn} x,$$
$$y = (\operatorname{sn}^{n-2} x + h'''_1 \operatorname{sn}^{n-4} x + h'''_2 \operatorname{sn}^{n-6} x + \ldots) \operatorname{cn} x \operatorname{dn} x.$$

» M. Liouville a ensuite introduit, le premier, la considération de la seconde solution de l'équation différentielle, d'où il a tiré des théorèmes du plus grand intérêt. C'est également cette seconde solution, dont la nature et les propriétés ont été approfondies par M. Heine, qui a montré l'analogie de ces deux genres de fonctions de Lamé avec les fonctions sphériques, et leurs rapports avec la théorie des fractions continues algébriques. On doit de plus à l'éminent géomètre une extension de ses profondes recherches à des équations différentielles linéaires du second ordre beaucoup plus générales, qui se rattachent aux intégrales abéliennes, comme celle de Lamé aux fonctions elliptiques (1).

» Je me suis placé à un autre point de vue en me proposant d'obtenir, quel que soit h, l'intégrale générale de cette équation, et c'est l'objet principal des recherches qu'on va lire. On verra que la solution est toujours, comme dans les cas particuliers considérés par Lamé, une fonction uniforme de la variable, mais qui n'est plus doublement périodique. Elle est, en effet, donnée par la formule

$$y = \mathrm{C}\,\mathrm{F}(x) + \mathrm{C}'\,\mathrm{F}(-x),$$

ou la fonction $\mathrm{F}(x)$, qui satisfait à ces deux conditions

$$\mathrm{F}(x + 2\mathrm{K}) = \mu\,\mathrm{F}(x),$$
$$\mathrm{F}(x + 2i\mathrm{K}') = \mu'\,\mathrm{F}(x),$$

---

(1) *Journal de M. Borchardt* (*Ueber die Lameschen Functionen; Einige Eigenschaften der Lameschen Functionen*, dans le t. 56, et *Die Lameschen Functionen verschiedener Ordnungen*, t. 57).

dans lesquelles les facteurs μ et μ' sont des constantes, s'exprime comme il suit. Soit, pour un moment,

$$\Phi(x) = \frac{H(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] x},$$

nous aurons

$$F(x) = D_x^{n-1}\Phi(x) - A_1 D_x^{n-3}\Phi(x) + A_2 D_x^{n-5}\Phi(x) - \ldots;$$

les quantités $\operatorname{sn}^2\omega$ et λ^2 sont des fonctions rationnelles du module et de h, et les coefficients A_1, A_2, . ., des fonctions entières. On a, par exemple,

$$A_1 = \frac{(n-1)(n-2)}{2(2n-1)}\left[h + \frac{n(n+1)(1+k^2)}{3}\right],$$

$$A_2 = \frac{(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)}{8(2n-1)(2n-3)}$$
$$\times\left[h^2 + \frac{2n(n+1)(1+k^2)}{3}h + \frac{n^2(n+1)^2}{9}(1+k^2)^2 - \frac{2n(n+1)(2n-1)}{15}(1-k^2+k^4)\right],$$

. . . .

» Je m'occuperai, avant de traiter le cas général où le nombre n est quelconque, des cas particuliers de $n = 1$ et $n = 2$. Le premier s'applique à la rotation d'un corps solide autour d'un point fixe, lorsqu'il n'y a point de forces accélératrices, et nous conduira aux formules données par Jacobi dans son admirable Mémoire sur cette question (*Œuvres complètes*, t. II, p. 139, et *Comptes rendus*, 30 juillet 1849). J'y rattacherai encore la détermination de la figure d'équilibre d'un ressort, qui a été le sujet de travaux de Binet et de Wantzel (*Comptes rendus*, 1844, p. 1115 et 1197, 1er semestre). Le second se rapportant au pendule sphérique, j'aurai ainsi réuni quelques-unes des plus importantes applications qui aient été faites jusqu'ici de la théorie des fonctions elliptiques.

» I. La méthode que je vais exposer, pour intégrer l'équation de Lamé, repose principalement sur des expressions, par les quantités $\Theta(x)$, $H(x)$, ..., des fonctions $F(x)$, satisfaisant aux conditions énoncées tout à l'heure

$$F(x+2K) = \mu\, F(x),$$
$$F(x+2iK') = \mu' F(x),$$

qui s'obtiennent ainsi :

» Soit, en désignant par A un facteur constant,

$$f(x) = A\frac{H(x+\omega)e^{\lambda x}}{H(x)};$$

les relations fondamentales

$$H(x+2K) = -H(x),$$
$$H(x+2iK') = -H(x)e^{-\frac{i\pi}{K}x+iK'}$$

donneront celles-ci :

$$f(x+2K) = f(x)e^{2\lambda K},$$
$$f(x+2iK') = f(x)e^{-\frac{i\pi\omega}{K}+2i\lambda K'}$$

» Disposant donc de ω et λ de manière à avoir

$$\mu = e^{2\lambda K},$$
$$\mu' = e^{-\frac{i\pi\omega}{K}+2i\lambda K'},$$

on voit que le quotient $\frac{F(x)}{f(x)}$ est ramené aux fonctions doublement périodiques, d'où cette première forme générale et dont il sera souvent fait usage :

$$F(x) = f(x)\Phi(x),$$

la fonction $\Phi(x)$ n'étant assujettie qu'aux conditions

$$\Phi(x+2K) = \Phi(x), \quad \Phi(x+2iK') = \Phi(x).$$

» En voici une seconde, qui est fondamentale pour notre objet. Je remarque que les relations

$$f(x+2K) = \mu f(x),$$
$$f(x+2iK') = \mu' f(x),$$

ont pour conséquence celles-ci :

$$f(x-2K) = \frac{1}{\mu}f(x),$$
$$f(x-2iK') = \frac{1}{\mu'}f(x),$$

de sorte que le produit

$$\Phi(z) = F(z)f(x-z)$$

sera, quel que soit x, une fonction doublement périodique de z. Cela étant, nous allons calculer les résidus de $\Phi(z)$, pour les diverses valeurs de l'argument qui la rendent infinie, dans l'intérieur du rectangle des périodes; et, en égalant leur somme à zéro, nous obtiendrons immédiatement l'expression cherchée. Remarquons à cet effet que $f(x)$ ne devient infinie qu'une fois pour $x = 0$, et que, son résidu ayant pour valeur

$$\frac{AH(\omega)}{H'(0)},$$

on peut disposer de A, de manière à le faire égal à l'unité. Posant donc, en adoptant cette détermination,

$$f(x) = \frac{H'(0)H(x+\omega)e^{\lambda x}}{H(\omega)H(x)},$$

on voit que le résidu correspondant à la valeur $z = x$ de $\Phi(z)$ sera $-F(x)$. Ceux qui proviennent des pôles de $F(z)$ s'obtiennent ensuite sous la forme suivante. Soit $z = a$ l'un d'eux, et posons en conséquence, pour ε infiniment petit,

$$F(a+\varepsilon) = A\varepsilon^{-1} + A_1 D_\varepsilon \varepsilon^{-1} + A_2 D_\varepsilon^2 \varepsilon^{-1} + \ldots + A_\alpha D_\varepsilon^\alpha \varepsilon^{-1} + a_0 + a_1\varepsilon + a_2\varepsilon^2 + \ldots,$$

$$f(x-a-\varepsilon) = f(x-a) - \frac{\varepsilon}{1} D_x f(x-a) + \frac{\varepsilon^2}{1.2} D_x^2 f(x-a) - \ldots + \frac{(-1)^\alpha \varepsilon^\alpha}{1.2\ldots\alpha} D_x^\alpha f(x-a) + \ldots,$$

le coefficient du terme en $\frac{1}{\varepsilon}$ dans le produit des seconds membres, qui est la quantité cherchée, se trouve immédiatement, en remarquant que

$$D_\varepsilon^n \varepsilon^{-1} = (-1)^n \frac{1.2\ldots n}{\varepsilon^{n+1}},$$

et a pour expression

$$Af(x-a) + A_1 D_x f(x-a) + A_2 D_x^2 f(x-a) + \ldots + A_\alpha D_x^\alpha f(x-a).$$

La somme des résidus de la fonction $\Phi(z)$, égalée à zéro, nous conduit ainsi à la relation

$$F(x) = \Sigma[Af(x-a) + A_1 D_x f(x-a) + \ldots + A_\alpha D_x^\alpha f(x-a)],$$

où le signe Σ se rapporte, comme il a été dit, à tous les pôles de $F(z)$ qui sont à l'intérieur du rectangle des périodes.

» II. La fonction $F(x)$ comprend les fonctions doublement périodiques;

en supposant égaux à l'unité les multiplicateurs μ et μ', je vais immédiatement rechercher ce que l'on tire, dans cette hypothèse, du résultat auquel nous venons de parvenir. Tout d'abord les relations

$$\mu = e^{2\lambda K}, \quad \mu' = e^{-\frac{i\pi\omega}{K} + 2i\lambda K}$$

donnant nécessairement $\lambda = 0$ et $\omega = 2m\mathrm{K}$, ou, ce qui revient au même, $\omega = 0$, le nombre m étant entier, la quantité $f(x) = \frac{H'(0)\,H(x+\omega)}{H(\omega)\,H(x)}\,e^{\lambda x}$ devient infinie et la formule semble inapplicable. Mais il arrive seulement qu'elle subit un changement de forme analytique, qui s'obtient de la manière la plus facile, comme on va voir. Supposons, en effet, $\lambda = 0$ et ω infiniment petit, on aura, en développant suivant les puissances croissantes de ω,

$$\frac{H'(0)}{H(\omega)} = \frac{1}{\omega} + \left(\frac{1+k^2}{6} - \frac{J}{2K}\right)\omega + \ldots$$

$$\frac{H(x+\omega)}{H(x)} = 1 + \frac{H'(x)}{H(x)}\,\omega + \ldots;$$

d'où

$$f(x) = \frac{1}{\omega} + \frac{H'(x)}{H(x)} + \left(\frac{1+k^2}{6} - \frac{J}{2K}\right)\omega + \ldots.$$

» D'autre part, observons que les coefficients A, A_1, ... doivent être considérés comme dépendants de ω, et qu'on aura en particulier

$$A = \mathrm{a} + \mathrm{a}'\omega + \ldots,$$

a, a', ... désignant les valeurs de A et de ses dérivées par rapport à ω pour $\omega = 0$. Nous obtenons donc, en n'écrivant point les termes qui contiennent ω en facteur,

$$Af(x-a) = \frac{\mathrm{a}}{\omega} + \mathrm{a}' + \mathrm{a}\,\frac{H'(x-a)}{H(x-a)} + \ldots$$

et, par conséquent,

$$\Sigma Af(x-a) = \frac{1}{\omega}\,\Sigma\mathrm{a} + \Sigma\mathrm{a}' + \Sigma\mathrm{a}\,\frac{H'(x-a)}{H(x-a)} + \ldots.$$

» Or on voit que le coefficient $\frac{1}{\omega}$ disparaît, les quantités a ayant une somme nulle comme résidus d'une fonction doublement périodique, et la différentiation donnant immédiatement, pour $\omega = 0$,

$$D_x f(x) = D_x \frac{H'(x)}{H(x)}, \quad D_x^2 f(x) = D_x^2 \frac{H'(x)}{H(x)}, \quad \ldots,$$

nous parvenons à l'expression suivante, où $a, a_1, \ldots a_\alpha$ sont les valeurs de $A, A_1, \ldots, A_\alpha$ pour $\omega = 0$:

$$F(x) = \Sigma a' + \Sigma \left[a \frac{H'(x-a)}{H(x-a)} + a_1 D_x \frac{H'(x-a)}{H(x-a)} + \ldots + a_\alpha D_x^\alpha \frac{H'(x-a)}{H(x-a)} \right].$$

» C'est la formule que j'ai établie directement, pour les fonctions doublement périodiques, dans une *Note sur la théorie des fonctions elliptiques*, ajoutée à la sixième édition du *Traité de Calcul différentiel et de Calcul intégral* de Lacroix. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur les mouvements des apsides des satellites de Saturne, et sur la détermination de la masse de l'anneau;* par M. F. **Tisserand.**

« Bessel a cherché à déterminer la masse de l'anneau de Saturne en la déduisant du mouvement direct qu'elle produit sur le périsaturne de Titan, mouvement donné par les observations ; il s'est occupé de cette recherche dans deux Mémoires, publiés en 1812 et 1830. Dans les deux cas, Bessel n'a pas fait intervenir l'action du renflement équatorial de Saturne, faute d'une connaissance suffisante de l'aplatissement de la planète; du reste, ajoutait-il, ce second effet est vraisemblablement plus faible que le premier. Depuis, Bessel a fait, avec son héliomètre, environ 50 mesures très-précises des deux axes du sphéroïde de Saturne. En tenant compte de ces données, je calcule l'influence de l'aplatissement de la planète, dans le phénomène dont je m'occupe; je trouve que cette influence est considérable, certainement supérieure à celle de l'anneau. Je détermine les mouvements des périsaturnes des cinq satellites compris entre Titan et la planète; je montre que, pour Mimas, le satellite le plus rapproché de Saturne, l'aplatissement, à lui seul, fait tourner la ligne des apsides de 349 degrés en une année; j'indique comment, en étudiant les mouvements de deux satellites, et principalement de Titan et Mimas, on pourra conclure la valeur de la masse de l'anneau, et une valeur plus exacte de l'aplatissement de Saturne. Les mouvements considérables des apsides des satellites inférieurs expliquent des anomalies dont on n'avait pas encore rendu compte ; ainsi, la longitude du périsaturne du Thétys, obtenue par M. Jacob avec ses observations de 1858 faites à Madras, surpasse de 51 degrés la longitude conclue des observations de 1857 ; aucune de ces longitudes ne concorde avec celle qui a été trouvée en 1836 par M. Lamont. D'autre part, de 1857

à 1858, M. Jacob trouve que le périsaturne de Mimas a tourné d'environ une demi-circonférence; comme, en vertu de l'action de l'aplatissement seulement, il a dû tourner de 349 degrés, on voit qu'il faut admettre une rotation de une ou deux circonférences et demie. J'espère que ces considérations engageront les astronomes à continuer leurs études sur les satellites de Saturne, et en particulier sur Titan et Mimas.

» *Calcul de l'attraction de l'anneau sur un satellite.* — J'assimile l'anneau à un cylindre droit homogène, ayant pour base une couronne circulaire comprise entre deux cercles de rayons a' et a'', et pour hauteur la petite quantité h; le satellite considéré A est supposé situé dans le plan moyen de l'anneau, à la distance r du centre S de Saturne; soient u la distance d'un point M de la couronne au point A, θ l'angle MSA; en désignant par ρ la densité de l'anneau, on aura, pour le potentiel V de cet anneau sur le satellite,

$$V = f\rho h \int\int \frac{u\,du\,d\theta}{\sqrt{u^2 + r^2 - 2ur\cos\theta}}.$$

» On a, en série convergente, si $u < r$, en employant les notations de Laplace,

$$\frac{1}{\sqrt{u^2 + r^2 - 2ur\cos\theta}} = \frac{1}{r}\left[\frac{1}{2} b_{\frac{1}{2}}^{(0)} + b_{\frac{1}{2}}^{(1)}\cos\theta + b_{\frac{1}{2}}^{(2)}\cos 2\theta + \ldots\right].$$

» Dans l'expression de V, on doit intégrer, relativement à θ, entre les limites zéro et 2π; tous les termes en $\cos\theta$, $\cos 2\theta$, ... disparaissent, et l'on a

$$V = \pi f\rho h \int_{a'}^{a''} \frac{1}{r} b_{\frac{1}{2}}^{(0)} u\,du.$$

» On arrive aisément à l'expression suivante :

$$V = \pi f\rho h\left[\frac{a''^2 - a'^2}{r} + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{1}{2}\frac{a''^4 - a'^4}{r^3} + \ldots\right];$$

la masse m de l'anneau est, du reste,

$$m = \pi\rho h(a''^2 - a'^2).$$

» On en conclut

$$V = fm\left(\frac{1}{r} + \frac{B_1}{r^3} + \frac{B_2}{r^5} + \ldots\right),$$

en posant, d'une manière générale,

$$B_n = \left(\frac{1.3\ldots 2n-1}{2.4\ldots 2n}\right)^2 \frac{1}{n+1}\frac{a''^{2n+2} - a'^{2n+2}}{a''^2 - a'^2}.$$

» Le potentiel V′ de Saturne sur le satellite est, en appelant M la masse de Saturne, ψ l'angle que fait SA avec l'équateur de Saturne, k un certain coefficient,

$$(1)\qquad V' = f M \left[\frac{1}{r} - \frac{k\left(\frac{3}{2}\sin^2\psi - \frac{1}{2}\right)}{r^3} + \ldots \right].$$

Je négligerai les termes en $\frac{1}{r^5}$, $\frac{1}{r^7}$, $\cdots$ L'équateur de Saturne se confond avec le plan de l'anneau, $\psi = 0$; on a donc

$$V' = f M \left[\frac{1}{r} + \frac{k}{2r^3} \right].$$

Réunissant V et V′, on voit que le mouvement du satellite sera un mouvement elliptique (avec la masse centrale égale à $M + m$), altéré par la force perturbatrice

$$W = f \left[\frac{\frac{1}{2}kM + B_1 m}{r^3} + \frac{B_2 m}{r^5} + \ldots \right].$$

» J'emploie la méthode de la variation des constantes arbitraires; je développe W en séries convergentes, en remplaçant $\frac{1}{r^3}$, $\frac{1}{r^5}$, $\cdots$ par leurs expressions elliptiques.

» Par un calcul que les limites de cette Note ne me permettent pas de reproduire, je me suis assuré que les perturbations périodiques des éléments tombent au-dessous des erreurs des observations; deux éléments seuls ont des inégalités séculaires : ce sont la longitude moyenne de l'époque ε et la longitude du périsaturne ϖ.

» On trouve aisément ces perturbations:

$$\delta\varepsilon = 2nt\,\frac{H}{M + m},$$

$$\delta\varpi = nt\,\frac{K}{M + m},$$

en posant, pour abréger,

$$H = \frac{3}{a^2}\left(\tfrac{1}{2}kM + B_1 m\right) + \frac{5}{a^4} B_2 m + \frac{7}{a^6} B_3 m + \ldots$$

$$K = \frac{1.3}{a^2}\left(\tfrac{1}{2}kM + B_1 m\right) + \frac{2.5}{a^4} B_2 m + \frac{3.7}{a^6} B_3 m + \ldots.$$

Mise en nombres des formules. — Pour déterminer k, j'écris que l'équilibre a lieu à la surface de Saturne; soient α et β les demi-axes du sphéroïde, x la distance d'un point de sa surface à l'axe de rotation, g la force centri-

fuge à l'équateur. On doit avoir, pour tous les points de la surface,

$$V' + \frac{gx^2}{2\alpha} = \text{const.};$$

en appliquant cette formule au pôle et à l'équateur, on trouve

$$\frac{g\alpha^2}{2fM} = \frac{\alpha}{\beta} - 1 - \frac{k}{\alpha^2}\left(\frac{\alpha^3}{\beta^3} + \frac{1}{2}\right).$$

» En faisant intervenir les valeurs de α et β obtenues par Bessel, la durée de la rotation de Saturne obtenue par Herschel, valeur qui vient d'être confirmée par M. Hall, de Washington, le demi-grand axe de l'orbite de Titan et la durée de la révolution de ce satellite, je trouve

$$\frac{k}{\alpha^2} = 0,01645.$$

Pour tenir compte d'une erreur possible dans la mesure de l'aplatissement de la planète, je poserai, en désignant par x un nombre peu différent de 1,

$$\frac{k}{\alpha^2} = 0,01645\,x.$$

» Tout calcul fait, j'ai obtenu pour les mouvements des périsaturnes des satellites, en une année julienne, les nombres suivants.

$$\delta\varpi = 0^\circ,475\,x + 0^\circ,056\left(1000\frac{m}{M}\right) \quad \text{Titan}$$
$$\delta\varpi = 9,0\,x + 1,2\left(1000\frac{m}{M}\right) \quad \text{Rhéa.}$$
$$\delta\varpi = 29\,x + 4,1\left(1000\frac{m}{M}\right) \quad \text{Dione.}$$
$$\delta\varpi = 69\,x + 11,2\left(1000\frac{m}{M}\right) \quad \text{Thétys.}$$
$$\delta\varpi = 146\,x + 29,7\left(1000\frac{m}{M}\right) \quad \text{Encelade.}$$
$$\delta\varpi = 349\,x + 118,0\left(1000\frac{m}{M}\right) \quad \text{Mimas.}$$

» En admettant que $x = 1$ et que la ligne des apsides de Mimas ait tourné d'une circonférence et demie en une année, on trouverait $\frac{m}{M} = \frac{1}{620}$; si l'on admettait que cette ligne ait tourné de deux circonférences et demie, on obtiendrait $\frac{m}{M} = \frac{1}{213}$; mais, dans ce cas, on obtiendrait pour Titan $\delta\varpi = 44'$, tandis que Bessel a trouvé par les observations $\delta\varpi = 29'$. Si l'on

détermine par les observations $\delta\varpi$ pour Titan et Mimas, on en conclura les valeurs de x et $\frac{m}{M}$.

» L'inégalité séculaire de ε n'a pas d'importance ; le moyen mouvement est altéré d'une certaine quantité, mais les formules du mouvement elliptique restent les mêmes ; toutefois, si l'on tire le demi-grand axe d'un satellite de la troisième loi de Kepler, à l'aide du moyen mouvement observé, ce demi-grand axe devra subir une correction : cette correction, qui est maxima pour Mimas, n'atteint pas 0'',2. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Sur la non-transparence du fer et du platine incandescents.* Note de M. G. Govi. (Extrait.)

Une Note insérée dans les *Comptes rendus* de l'année 1867 (t. LXIV, p. 778-779) donne la description d'une expérience d'après laquelle le fer porté au rouge-cerise, presque au blanc, deviendrait transparent, même sur une épaisseur de 5 millimètres. Le savant auteur de cette Note (qui ne paraît cependant pas avoir été témoin de l'expérience, puisqu'il a soin de dire qu'elle lui a été *signalée*) cherche à rattacher la transparence du fer rougi aux phénomènes de dialyse gazeuse qui se produisent, comme on sait, à travers les métaux fortement chauffés.

» Il est assez difficile de comprendre qu'il puisse exister une relation quelconque entre les phénomènes d'osmose et la transparence des corps, quand on voit que les matières les plus transparentes, le quartz, le spath, le verre, etc , à moins d'être fêlées, ne peuvent donner lieu à aucune dialyse, ni liquide, ni gazeuse, tandis que la porcelaine dégourdie, le papier parcheminé, les bois poreux, etc., qui n'ont aucune, ou presque aucune transparence, se laissent librement traverser par les courants osmotiques. Quand bien même le fer rouge serait aussi transparent que du cristal, il ne s'ensuivrait donc pas qu'il dût être un bon dialyseur.

» Mais est-il au moins vrai que le fer porté au rouge-cerise ou au blanc acquière une véritable transparence? Une expérience fort simple paraît prouver le contraire. Voici comment cette expérience a été faite.

» On a commencé par projeter sur un écran, à l'aide d'une lentille, l'image très-nette et très-brillante d'un petit trou rond ou d'une fente vivement éclairés par de la lumière oxyhydrique (lumière de Drummond). Sur

le trajet des rayons, entre la source et la lentille, on a placé successivement des lames de fer ou de platine de différentes épaisseurs, de manière à faire disparaître complétement de l'écran l'image de l'ouverture lumineuse. Cela fait, on a chauffé la lame avec du gaz d'éclairage mélangé d'oxygène ou d'air, selon qu'elle était plus ou moins épaisse, plus ou moins fusible, en en portant au rouge, au rouge-cerise et à l'incandescence, les parties qui étaient le plus vivement frappées par le faisceau lumineux incident. La flamme du gaz agissait à la partie postérieure de la lame, de manière à être masquée par elle et à ne pas illuminer l'écran. Dans ces conditions, et quoiqu'on ait poussé l'action de la chaleur jusqu'à fondre sur quelques points les plaques de fer ou de platine, jamais il n'a été possible d'apercevoir sur l'écran la moindre trace d'image de la fente ou du trou. L'observation directe, en plaçant l'œil dans la direction du faisceau éclairant, n'en faisait pas voir davantage.

» En projetant par une première lentille une petite image de la source lumineuse sur la lame, et reprenant cette image par une seconde lentille qui aurait dû donner en même temps sur l'écran l'image de la lame et de la source, il n'a pas été possible non plus de constater la moindre transparence de la lame portée au rouge ou au blanc, par rapport aux rayons de la source (1).

» Il est donc permis d'affirmer, d'après ces expériences, que ni le fer, ni le platine, en couches épaisses ou minces, portés au rouge ou au blanc, ne se laissent traverser par la lumière. Comment se peut-il donc que les praticiens aient cru avoir constaté la transparence du fer rouge? Il est probable qu'ils ont été trompés par des phénomènes de refroidissement local, qui se produisent assez facilement sur des corps minces, bons conducteurs et dont la chaleur spécifique n'est pas bien grande, lorsque ces corps sont en contact avec d'autres matières plus froides.

» Si l'on met, par exemple, du carbonate de soude et du quartz dans un creuset mince de platine et qu'on chauffe le tout à l'aide d'un fort chalumeau à gaz mêlé d'air, le creuset ne tarde pas à rougir et la masse inté-

---

(1) Les lames de fer employées avaient de $0^{mm},4$ à $0^{mm},6$ d'épaisseur; moins épaisses, on n'eût pu les chauffer suffisamment sans les brûler. La lame de platine la plus mince n'avait pas tout à fait l'épaisseur de $0^{mm},05$.

Une plaque de fer épaisse de 5 millimètres environ, portée au rouge sombre, puis au rouge-cerise et enfin au blanc dans un feu de forge, débarrassée de la couche superficielle d'oxyde, n'a jamais rien laissé passer du rayonnement lumineux très-intense sur le trajet duquel on avait soin de la porter rapidement.

rieure à se fondre et à dégager de l'acide carbonique. On voit alors tous les mouvements du liquide qui mouille les parois du creuset se manifester à sa surface extérieure, par des mouvements correspondants d'une sorte d'image sombre, qui peut bien être prise au premier abord pour l'image même du liquide, vu par transparence à travers les parois du creuset. Si l'on réfléchit cependant qu'il suffit de toucher, avec une baguette froide de verre ou avec un fil de platine, la paroi interne du creuset rougi, pour qu'il apparaisse immédiatement une marque moins lumineuse à l'endroit correspondant de la surface extérieure, le phénomène observé s'explique facilement.

» Un liquide vaporisable ou décomposable, contenu dans un récipient qu'on échauffe, n'atteint jamais la température des parois qui le contiennent, à moins qu'on ne l'empêche de se volatiliser ou de se décomposer; car ces deux phénomènes ne peuvent avoir lieu qu'aux dépens de la chaleur du bain, qui doit nécessairement en être refroidi. C'est là ce qui se passe dans le creuset de platine contenant le carbonate de soude et le quartz fondus, qui dégagent de l'acide carbonique. La masse liquide bouillonnante qui touche les parois minces et incandescentes du creuset, étant plus froide que ces parois, les refroidit partout où elle les touche et produit à l'extérieur ces ombres mouvantes qui simulent assez bien les effets d'une véritable transparence.

» Des effets analogues peuvent se produire dans une foule d'autres circonstances. Ainsi, des plaques de platine ou d'alliage de platine et d'iridium, chauffées au blanc dans un moufle et sorties de là pour être observées, se refroidissent plus rapidement qu'ailleurs, sur tous les points où des cavités intérieures en ont aminci la matière tout près de la surface, et de petites taches sombres viennent y marquer la place de ces cavités. Il doit en être de même pour le fer, toutes les fois qu'une solution de continuité de la masse y atteint presque la surface du métal. C'est probablement là l'explication du fait rapporté dans la Note de 1867, d'après laquelle une *fêlure* de la paroi intérieure d'un tube en fer se manifesta par une *veine noire* sur sa surface extérieure, après que le tube eut été chauffé au rouge-cerise ou presque au blanc et porté rapidement dans un endroit obscur.

» Les expériences et les considérations qui précèdent n'autorisent cependant pas à affirmer, d'une manière générale et absolue, que des corps opaques à froid ne peuvent pas devenir transparents par une élévation de température. On sait, par exemple, que les diamants fluorescents, que le verre d'urane et, en général, les matières fluorescentes douées de transpa-

rence pour les rayons visibles du spectre, mais opaques sous une certaine épaisseur pour les rayons ultra-violets, cessent d'être fluorescentes quand on les chauffe, pour le redevenir en se refroidissant. Cela semblerait indiquer une cessation d'opacité de ces matières par rapport aux rayons ultra-violets; mais il n'est pas encore prouvé que la disparition de la fluorescence soit une marque certaine du passage libre des rayons invisibles à travers ces corps

» Les physiciens admettent d'ailleurs aujourd'hui que le pouvoir émissif et le pouvoir absorbant des corps sont réciproques; il paraît donc assez peu probable que des matières solides ou liquides incandescentes, c'est-à-dire émettant en abondance des ondulations lumineuses de toute longueur, puissent se laisser traverser librement par des mouvements de la même espèce, quand ces matières froides n'étaient pas douées de transparence.

» Le raisonnement se trouve donc ici d'accord avec les expériences qui viennent d'être rapportées, pour refuser, jusqu'à preuve du contraire, aux corps solides ou liquides incandescents, la transparence qu'ils ne possèdent pas à la température ordinaire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Emploi de l'eau de chaux pour fixer les acides gras des eaux d'alimentation des chaudières, dans les machines pourvues de condenseurs à surface.* Lettre de M. HÉTET à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Je viens vous prier de vouloir bien rappeler à l'Académie la méthode que j'ai imaginée pour le dégraissage des eaux d'alimentation des chaudières, pour les machines pourvues de condenseurs à surface.

» Les matières grasses introduites dans la vapeur, pour la lubréfaction des tiroirs et des cylindres, y subissent la décomposition en acides gras et en glycérine. Entraînés au condenseur, ces produits de la saponification par la vapeur sont apportés aux chaudières par l'eau d'alimentation : ils s'y accumulent, et l'eau des bouilleurs n'est bientôt qu'une émulsion d'acide gras en ébullition.

» Ces acides ne tardent pas à attaquer les tôles et à former d'énormes dépôts noirs et denses, mélanges de savons de fer et d'oxyde de fer en proportions variables. Ces dépôts adhèrent fortement aux surfaces métalli-

ques, ils sont très-difficiles à enlever, et les tôles qu'ils recouvrent, isolées par eux du contact de l'eau, sont sujettes à de dangereux coups de feu.

» Il importait donc à la conservation et à la sécurité des appareils à vapeur de ne laisser arriver aucun acide gras dans les chaudières, ou tout au moins de les engager à l'avance dans une combinaison inoffensive par elle-même et indécomposable par l'action des métaux en contact ; il fallait aussi que le moyen fût simple et économique.

» Je suis parvenu à obtenir cet important résultat en engageant les corps dans des combinaisons insolubles, à l'aide d'une solution aqueuse de chaux. Tel est le principe de la méthode appliquée au dégraissage de l'eau d'alimentation, qui ne laisse plus arriver aux chaudières qu'une eau neutre ou même légèrement alcaline, entraînant seulement un savon calcaire insoluble et la glycérine devenue libre, corps sans action sur les tôles et n'adhérant pas sur elles.

» Le procédé consiste encore à faire la réaction chimique et à l'achever complétement avant l'arrivée aux chaudières de l'eau d'alimentation. Par ce moyen, on préserve les chaudières de l'usure rapide que produisaient les acides gras, en même temps qu'on empêche la formation des dépôts de savons ferrugineux, très-adhérents et très-dangereux par les phénomènes de surchauffe qu'ils occasionnent.

» On sait les avantages attribués à l'usage des condenseurs à surface : faire l'alimentation avec de l'eau distillée chaude, pour éviter les dépôts salins ou calcaires; rendre inutiles les extractions et économiser le combustible. Or, ces précieux avantages sont perdus par l'action corrosive des acides gras, action qui n'avait pas été prévue; les chaudières sont usées moitié plus vite qu'autrefois. L'emploi méthodique de l'eau de chaux, en empêchant les acides d'arriver aux chaudières, les préserve de toute attaque et les fera durer plus longtemps qu'avec l'ancien système. Par l'application de ma méthode, les condenseurs à surface ont donc reconquis tous les avantages qu'on en espérait.

» Une autre conséquence fâcheuse de l'entraînement des corps gras aux chaudières était l'impossibilité de faire de l'eau potable par condensation de la vapeur, ce qui, sur un point important, compromettait l'hygiène des équipages. Aujourd'hui qu'il n'y a plus de corps gras libres dans les chaudières, la vapeur qui en provient donne, en se condensant dans les réfrigérants spéciaux, une eau sans odeur et sans goût, d'une potabilité irréprochable.

» Après des essais nombreux et dont les résultats ont été tout à fait

démonstratifs, ma méthode a été appliquée à plusieurs navires de l'État; elle devra s'étendre à toutes les machines munies de condenseurs à surface. »

VITICULTURE. — *Sur les ravages produits dans les vignes du Narbonnais par la maladie de l'anthracnose ou charbon.* Note de M. **L. Porte.** (Extrait).

(Renvoi à l'examen de M. Duchartre.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques ceps de vignes et de raisins atteints d'anthracnose (dans le pays, on appelle cette maladie le *charbon*). Voici les résultats les plus importants qui découlent de mes investigations.

» Le fléau qui, cette année, a si vivement ému le Narbonnais, est plus ancien que ne pouvait le faire supposer la Note de M. Garcin [1].

» En 1857, et même deux ans avant, certains propriétaires m'ont affirmé en avoir été atteints; l'un d'eux prétend même que le soufrage l'en a complétement débarrassé. Mais, sans remonter si loin, dans le domaine de Figuières, un des plus désastreusement frappés, le charbon existait déjà en 1874. A côté de cette propriété, à Pech-Redon, une vigne n'a pas été vendangée en 1875, les quelques raisins existants étant loin de valoir ce qu'aurait coûté leur récolte. Cette année, a Figuières, on a essayé de cueillir les grappillons qui avaient résisté : neuf personnes ont mis une journée pour vendanger une vigne de 2500 à 3000 plants, et l'on a ainsi obtenu 8 hectolitres de vin. A 2 kilomètres de Figuières, à Lespitalet, 6000 plants qui, ordinairement, fournissaient 250 hectolitres, n'en ont donné, cette année, que $7\frac{1}{2}$.

» Dans les diverses régions que j'ai examinées et qui, contrairement aux précédentes, n'avaient jamais eu cette maladie, les pertes sont aussi considérables; ainsi, à Luc-sur-Orbieu, dans un terrain appelé l'Oseraie, 20 hectares qui, normalement, donnent 2400 hectolitres, n'ont pas été vendangés. A Saint-Martin-de-Toques, 12000 plants n'ont donné que 8 hectolitres, la récolte moyenne étant de 225; à Plaisance, près de Lézignan, au lieu de 3000 hectolitres, on n'en a eu que 1500; le plan de Mauron, dans le même territoire, n'a aussi eu qu'une demi-récolte; il en est de même d'Escole, etc., etc.

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 129.

» Dans sa Note à l'Académie, M. Garcin avait attribué les désastres à une rosée très-abondante et prolongée qui s'est produite dans une journée de juin. D'après lui, la goutte d'eau que la rosée a déposée a dû mouiller la surface du grain jeune; alors, par un phénomène d'endosmose, cette eau a pénétré les cellules épidermiques en les gonflant jusqu'à éclatement, d'où une cicatrice, comme en aurait produit une action contondante semblable à celle du choc de grêlons.

» Cette manière de voir, de même que celle qui consiste à admettre la brûlure par les rayons du soleil, la goutte d'eau agissant comme une loupe, a été réfutée par l'observation microscopique du grain, que M. Cornu a publiée (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 208); mais d'autres preuves peuvent être aussi invoquées : 1° la maladie existait avant le brouillard du 13 juin (le propriétaire de Figuières l'a constaté le 12 mai); 2° des vignes taillées en juillet (domaine de Saint-Martin-de-Toques) sont actuellement tout aussi atteintes que celles dont la taille a été faite au mois de décembre; 3° on a vu la maladie se propager lentement, on a pu suivre sa marche lente de Figuières à Pech-Redon : le premier domaine était atteint depuis un mois et demi, que Pech-Redon ne l'était pas encore; 4° des raisins enfouis dans le sol, c'est-à-dire n'ayant pas été atteints par les rayons du soleil, avaient ces taches caractéristiques, justement sur les portions enterrées; 5° la maladie existe non-seulement sur le fruit, mais aussi sur les ceps, qu'elle dessèche et peut même arriver à perforer; personne, jusqu'ici, n'y avait fait attention.

» Le brouillard a certainement contribué à la dissémination et à la germination des spores, mais, selon moi, là s'est borné son rôle. Les plants atteints sont la Carignane, l'Alicante ; les endroits ravagés sont des vallons, des bas-fonds, des rives de ruisseaux, de rivières, de canaux, en un mot, des lieux humides; cependant, dans le Carcassonnais, quelques pieds d'Aramon et quelques terroirs montagneux ont été frappés. »

MM. Serrès et Rérat adressent une Note relative à l'emploi du colza et de la navette, semés au milieu des vignobles, pour préserver la vigne de la gelée.

On sème le colza ou la navette en octobre ou en novembre : au mois de mai, c'est-à-dire à l'époque où les gelées sont le plus à craindre, ces plantes, ayant acquis une hauteur de plus d'un mètre, protégent la vigne contre la gelée. Dès qu'on n'a plus de gelées à craindre, on coupe les tiges,

on sarcle la terre ; la vigne, dont la pousse avait d'abord été retardée, se développe alors avec vigueur ; au bout de quinze jours, elle présente un développement comparable à celui des vignes voisines. La dépense est d'environ 1 franc pour 24 ares de vignes. Les tiges de colza et de navette fournissent d'ailleurs un excellent engrais.

Les auteurs, ayant remarqué que le terrain ne présente plus trace de vers blancs ni d'aucune larve d'insecte, sont conduits à se demander s'il n'y aurait pas là encore un remède contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Fouquet et M. A. Porini adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Paris adresse une Note relative à un tissu ininflammable.

(Renvoi à l'examen de M. Fremy.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, des Tables pour les corrections des hauteurs barométriques ou des colonnes de mercure, observées avec une échelle tracée sur verre, et des Tables pour la réduction de ces colonnes en fractions d'atmosphère; par M. *Warren de la Rue*.

M. le général Nansouty informe l'Académie, par une dépêche télégraphique, que la Communication télégraphique est établie entre le Pic du Midi et Bagnères-de-Bigorre ; il lui adresse, en même temps, l'expression de sa reconnaissance.

M. le Colonel Tennant adresse, de Calcutta, la lettre suivante à M. le Secrétaire perpétuel :

« Calcutta, 18 septembre 1877.

» M. le Consul français de Calcutta a bien voulu se charger, il y a quelque temps déjà, de vous faire parvenir mon Rapport sur le passage de Vénus. Je m'aperçois que je n'ai pas fait mention de la valeur obtenue

pour la parallaxe solaire, qui est de 8″,93, et dont le logarithme est 0,95085.

» Je prends la liberté de vous prier de réparer cette omission à la page 27, ligne 21 de ce Rapport. »

ASTRONOMIE. — *Réponse à une Note précédente de M.* Stephan, *relative à la découverte de la planète* (174); par M. **J. Vatson** (¹).

Je viens de lire dans les *Comptes rendus* du 27 août la Note de M. Stephan, relative à la découverte de la planète (174), et je m'empresse de déclarer que l'hypothèse qu'il émet dans cette Note ne s'accorde pas avec la réalité des faits. La planète a été découverte et reconnue par moi le 8; sa situation a été déterminée par comparaison avec une étoile voisine de 10ᵉ grandeur, dont la position est donnée approximativement dans le *Markree Catalogue*. Le mauvais temps a empêché de faire les observations nécessaires pour déterminer la direction du mouvement en déclinaison, et ce temps sombre et nuageux a persisté jusqu'au 16. J'ai donc observé de nouveau la planète, et j'ai reconnu son mouvement en déclinaison vers le nord, et par suite l'impossibilité de la confondre avec Érigone (163), qui aurait pu se trouver dans le voisinage et dont je n'avais pas l'éphéméride sous les yeux. La découverte a été alors communiquée aux astronomes par le télégraphe, bien qu'elle eût été annoncée ici dès le 9.

» Sur ces entrefaites, arriva un télégramme annonçant la découverte d'une planète de 10ᵉ grandeur, par M. Borrelly, dans les termes suivants:

Planète, par Borrelly, Marseille, 10ᵉ grandeur.

	Ascension droite.	Déclinaison.
11 août................	$21^h 0^m$	$-15^\circ 9'$
Mouvement ordinaire.....	-60^s	$-8'$

» La position assignée était loin de concorder avec celle de ma planète; elle se rapprochait plutôt de la place probable et du mouvement d'Erigone (163), ce qui m'a fait supposer, en attendant la confirmation d'une découverte indépendante de la mienne, que M. Borrelly avait probablement retrouvé cette planète. »

(¹) Voir *Comptes rendus*, p. 475 de ce volume.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des cas de réduction des fonctions abéliennes aux fonctions elliptiques.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite par M. **Brioschi.**

« Soit n un nombre impair. En désignant par $a_1, a_2, \ldots, a_n, \mu$, $n+1$ constantes, j'observe avant tout que les $n+1$ expressions

$$A_r = (1 + a_r z)\left(1 + \frac{\mu}{a_r} z\right), \quad A = (1 - z)(1 - \mu z), \quad (r = 1, 2, \ldots, n)$$

ont la propriété suivante :

$$A_r - A = \alpha_r z,$$

en faisant

$$\alpha_r = \frac{1}{a_r}(a_r + 1)(a_r + \mu).$$

» Cela posé, soit $A = \rho z$, on aura

$$A_r = (\rho + \alpha_r) z,$$

et, en indiquant par Z le produit du degré $2n + 3$,

$$Z = z A A_1 A_2 \ldots A_n,$$

il viendra

$$Z = z^{n+2} f(\rho),$$

si l'on pose

$$(1) \qquad f(\rho) = \rho(\rho + \alpha_1)(\rho + \alpha_2)\ldots(\rho + \alpha_n).$$

» Soient maintenant $x_0, y_0; x_1, y_1; \ldots, x_r, y_r, \ldots; x_m, y_m$ les racines des équations quadratiques

$$(2) \qquad A - \rho_0 z = 0, \quad A - \rho_1 z = 0, \quad \ldots, \quad A - \rho_m z = 0,$$

où $m = \frac{n+1}{2}$, $\varphi(z)$ un polynôme du degré $n+2$ et λ une quantité constante relativement à z. On pourra évidemment poser

$$(3) \qquad \varphi^2(z) - \lambda^2 Z = (A - \rho_0 z)(A - \rho_1 z)\ldots(A - \rho_m z)\psi(z),$$

$\psi(z)$ étant un polynôme du degré $n+1$. En effet on aura

$$2(m+1) = n + 3 \text{ équations}, \quad \varphi(z) + \varepsilon\lambda\sqrt{Z} = 0, \quad (\varepsilon = \pm 1),$$

en substituant, au lieu de z, les $2(m+1)$ racines x_r, y_r, et l'on pourra, de cette manière, trouver la valeur des $n+3$ indéterminées, qui sont les

rapports entre les coefficients de $\varphi(z)$ et λ. L'équation (3) donnera après la valeur de $\psi(z)$.

» Or, en indiquant par $z_0, z_1, \ldots, z_n$ les racines de l'équation $\psi(z) = 0$, et par Z_r, X_r, Y_r les valeurs de Z correspondant à $z = z_r, x_r, y_r$, on déduit de l'équation (3), par la méthode d'Abel, que

$$(4) \qquad \sum_0^n {}_r \frac{z_r^s dz_r}{\sqrt{Z_r}} + \sum_0^m {}_r \left(\frac{x_r^s dx_r}{\sqrt{X_r}} + \frac{y_r^s dy_r}{\sqrt{Y_r}} \right) = 0$$

pour $s = 0, 1, 2, \ldots, n$; mais la relation (3) a lieu évidemment pour $z = x_r, y_r$; on aura, en conséquence,

$$\sqrt{X_r} = \varepsilon_1 x_r^{\frac{n+2}{2}} \sqrt{f(\rho_r)}, \quad \sqrt{Y_r} = \varepsilon_2 y_r^{\frac{n+2}{2}} \sqrt{f(\rho_r)}, \quad (\varepsilon_1, \varepsilon_2 = \pm 1),$$

$f(\rho)$ ayant la valeur (1). Le second terme de l'équation (4) pourra donc s'écrire

$$(5) \qquad \frac{2}{2s-n} \sum_0^m {}_r \frac{1}{\sqrt{f(\rho_r)}} d\left(\varepsilon_1 x_r^{\frac{2s-n}{2}} + \varepsilon_2 y_r^{\frac{2s-n}{2}} \right),$$

et, en observant que des équations (2) on déduit

$$x_r y_r = \frac{1}{\mu},$$

on trouve pour ce même second terme l'expression

$$\frac{2}{2s-n} \mu^{\frac{n-2s}{3}} \sum_0^{\mu} {}_r \frac{1}{\sqrt{f(\rho_r)}} d\left[\varepsilon_1 y_r^{\frac{n-2s}{2}} + \varepsilon_2 x_r^{\frac{n-2s}{2}} \right],$$

qui se déduit aussi de l'expression (5) en la multipliant par $\mu^{\frac{n-2s}{2}}$, et en changeant s en $n-s$, ε_1 en ε_2.

» Mais on a

$$\left(\varepsilon_1 y_r^{\frac{n-2s}{2}} + \varepsilon_2 x_r^{\frac{n-2s}{2}} \right)^2 = x_r^{n-2s} + y_r^{n-2s} + 2\varepsilon \mu^{\frac{2s-n}{2}} = \frac{1}{\nu^2} [\Phi_s(\rho_r) + 2\varepsilon\nu],$$

$\Phi_s(\rho_r)$ étant un polynôme en ρ_r, du degré $n - 2s$, dont les coefficients sont des fonctions entières et rationnelles en μ, et $\nu = \mu^{\frac{n-2s}{2}}$. On aura donc

$$d\left(\varepsilon_1 y_r^{\frac{n-2s}{2}} + \varepsilon_2 x_r^{\frac{n-2s}{2}} \right) = \frac{\varepsilon_s}{2\nu} \frac{\Phi_s'(\rho_r) d\rho_r}{\sqrt{\Phi_s(\rho_r) + 2\varepsilon\nu}};$$

et les équations (4) se transforment dans les suivantes :

$$\sum_{0}^{n}{}_{r} \frac{z_r^s dz_r}{\sqrt{Z_r}} = \frac{1}{n-2s} \sum_{0}^{m}{}_{r} \frac{\varepsilon_s \Phi'_s(\rho_r) d\rho_r}{\sqrt{f(\rho_r)[\Phi_s(\rho_r) + 2\varepsilon\nu]}}$$

$$\sum_{0}^{n}{}_{r} \frac{z_r^{n-s} dz_r}{\sqrt{Z_r}} = -\frac{1}{n-2s} \frac{1}{\nu} \sum_{0}^{m}{}_{r} \frac{\varepsilon_s \Phi'_s(\rho_r) d\rho_r}{\sqrt{f(\rho_r)[\Phi_s(\rho_r) + 2\varepsilon\nu]}},$$

pour $s = 0, 1, \ldots, \frac{n-1}{2}$. Le polynôme $f(\rho_r)\Phi_s(\rho_r)$ étant du degré $2(n-s)+1$, on voit tout de suite que les fonctions hyperelliptiques du second membre seront des ordres $n+2, n+3, \ldots, 2n+1$, et celles du premier, de l'ordre $2n+3$. On peut donc opérer la réduction de cette classe de fonctions hyperelliptiques à d'autres d'ordres inférieurs.

» Le cas de n pair peut se traiter semblablement; et l'on peut aussi appliquer la méthode aux fonctions hyperelliptiques de seconde et de troisième espèce. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation de l'allylène aux dépens de l'anhydride bromocitrapyrotartrique.* Note de M. E. Bourgoin, présentée par M. Berthelot.

« Lorsque l'on dissout l'anhydride bromocitrapyrotartrique dans l'eau et que l'on sature la solution par l'ammoniaque, le nitrate d'argent donne lieu à un précipité qui disparaît par l'agitation, mais qui devient stable et très-abondant sous l'influence d'un excès de réactif. Ce sel, délayé dans l'eau, s'altère facilement, noircit à l'ébullition.

» J'ai étudié de près cette altération, en opérant en vase clos pendant quelques heures, à la température de 130 degrés. A l'ouverture des tubes, il se dégage une grande quantité de gaz. Ce gaz, privé de l'acide carbonique qu'il contient, brûle avec une flamme blanche, très-éclairante; son odeur est forte, désagréable, comme alliacée. Il est entièrement absorbable par le brome. Traité par le protochlorure de cuivre ammoniacal, il donne un précipité jaune, caractéristique. Ce gaz est donc de l'allylène.

» Voici maintenant l'analyse du mélange gazeux :

Gaz	191	$C^2O^4 = 181,5$
Après l'action de la potasse	9,5	
» du protochlorure de cuivre ammoniacal	1,5	$C^6H^4 = 8$

d'où l'on déduit :

Acide carbonique	95,8
Allylène	4,2

» L'anhydre de bromocitraconique de M. Kekulé, traité de la même manière, fournit également de l'allylène.

» On remarquera que le bromocitrapyrotartrate d'argent acide renferme précisément les éléments du bromure d'argent, de l'acide carbonique et de l'allylène :

$$C^{10}H^{4}AgBrO^{8} = AgBr + 2C^{2}O^{4} + C^{6}H^{4}.$$

» J'ai repris l'expérience avec ce sel acide. Lorsque l'on chauffe pendant une quinzaine d'heures, à 110 degrés, sa solution aqueuse parfaitement limpide, il ne se produit qu'une petite quantité de gaz, qui est un mélange d'acide carbonique et d'allylène. Au fond de chaque tube, on trouve un dépôt de bromure d'argent, surmonté d'un liquide incolore contenant un nouvel acide organique que j'étudie en ce moment. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dibrométhylcarbylamine.* Note de M. **Tcherniak**, présentée par M. Wurtz.

« On s'accorde généralement à admettre dans les carbylamines la présence du carbone diatomique et l'on désigne ces substances par la formule générale R-Az = C, dans laquelle R représente un radical alcoolique. M. Gautier a fourni un argument en faveur de cette supposition, qui explique d'ailleurs très-bien l'isomérie entre les carbylamines et les nitryles, par la transformation de la méthylcarbylamine en isocyanate de méthyle, dont la formule est certainement H^{3}C-Az = CO.

» Il m'a paru intéressant d'essayer l'action du brome sur les carbylamines. Si ces composés disposent réellement des atomicités libres, il doit y avoir, d'après toutes les analogies, fixation directe de 2 atomes de brome au carbone non saturé de la carbylamine. L'expérience m'a montré la justesse de ce raisonnement.

» A une molécule d'éthylcarbylamine, additionnée de sulfure de carbone, j'ai ajouté par petites quantités une molécule de brome, dilué également avec du sulfure de carbone, en ayant soin de refroidir les liquides. Le brome s'est décoloré immédiatement et le produit restait incolore tant qu'il n'y avait pas de brome en excès.

» J'ai chauffé le liquide au bain-marie pour chasser la majeure partie du sulfure de carbone et j'en ai enlevé les dernières traces en exposant le produit pendant quelques jours au vide de la machine pneumatique. L'analyse du résidu m'a donné les résultats suivants :

» 0,2580 de substance ont donné 2,3999 de AgBr.

» 0,2241 de substance ont donné 0,1355 de CO^2 et 0,0498 de H^2O.

	Calculé.		Trouvé.	
Az.....	14	6,53	»	»
C^3.....	36	16,74	16,49	»
H^5.....	5	2,32	2,42	»
Br^2..	160	74,41	»	74,80
		100,00		

» On voit que ces nombres s'accordent très-bien avec la formule

$$Az\,C^3\,H^5\,Br^2.$$

» La dibrométhylcarbylamine est un liquide dense et incolore, dont l'odeur rappelle faiblement celle des carbylamines; ce corps n'est pas distillable sans décomposition à la pression ordinaire. Il se décompose lentement à l'air humide, en donnant naissance à un gaz dont les propriétés rappellent l'oxychlorure de carbone.

» La dibrométhylcarbylamine peut être envisagée comme du cyanate d'éthyle, dont l'oxygène a été remplacé par le brome. Comme ce corps et comme les carbylamines, desquelles elle dérive, elle se combine aux hydracides pour donner naissance à des corps très-peu stables [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la constitution physique du globule sanguin;* par M. A. BÉCHAMP. (Extrait.)

« Malgré de nombreuses tentatives, on n'a pas encore la démonstration topique de l'existence séparée d'une membrane dans le globule sanguin. Cependant, cette membrane peut être aussi facilement mise en évidence que celle du jaune des œufs d'oiseau ou des cellules les mieux caractérisées; j'ajoute que cette démonstration a une haute importance physiologique.

» Le moyen qui m'a permis de mettre en évidence, dans de nombreux exemples, la membrane d'enveloppe des globules rouges, consiste à nourrir ces globules dans de la fécule soluble; à rendre ainsi la membrane plus résistante à l'action de l'eau et plus visible à la fois, tout en lui conservant ses propriétés osmotiques.

» J'ai opéré sur du sang de chien, de bœuf, de cobaye, de canard, de poule, de pigeon et de grenouille.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

» *Sang de canard.* — Je vais décrire, avec quelque détail, ce que j'ai observé sur les globules rouges du sang de canard domestique. Ce sang, défibriné ou non, est mêlé avec un volume égal au sien d'une solution, créosotée ([1]) à dose non coagulante, de fécule soluble. Cette solution doit contenir 10 à 15 pour 100 de fécule soluble. Le mélange étant fait, voici ce que l'on observe :

» La préparation, examinée aussitôt, laisse apercevoir les globules avec leur forme et leur renflement habituel; si l'on y ajoute 2 à 3 volumes d'eau, les globules disparaissent. Avec un peu d'attention, on remarque que la première impression de l'eau est de faire apparaître les globules sous une forme qui approche de plus en plus de la sphère, ce qui témoigne déjà que l'enveloppe est douée d'une certaine extensibilité. Le noyau se distingue à peine.

» Après vingt-quatre heures, le mélange est encore rutilant; les globules ont conservé l'aspect normal; déjà ils résistent mieux à l'action de l'eau, et il semble, quand on les y fait arriver, qu'ils se déforment plus lentement.

» Après quatre jours, les globules ont conservé leur forme générale; il n'y a un peu d'altération que quand on les regarde de champ : alors le renflement paraît moins prononcé, ils sont plus uniformément convexes. Les noyaux sont devenus plus distincts, mais semblent occuper toute l'étendue du globule placé à plat, sauf une étroite zone qui le sépare de la paroi de l'utricule. On peut ajouter successivement 2, 3, 4, 6, 8 volumes d'eau, sans que les globules disparaissent; ils se déforment seulement; l'ellipse paraît moins allongée, le petit diamètre a augmenté, le grand a diminué : beaucoup de globules finissent par affecter une forme limite qui est la sphère. Après l'action de l'eau, les noyaux sont très-apparents. Si, au lieu d'eau, on emploie une solution de fécule soluble pour délayer la préparation, les mêmes phénomènes s'observent, mais les globules gonflés affectent plus exactement la forme de l'ellipsoïde.

» Après six et huit jours, le mélange a pris une teinte rouge-violacé. Les globules sont encore intacts en apparence; le noyau y est seulement plus visible. Par l'addition de 3, 4, 5 volumes d'eau, les globules se gonflent et pâlissent; le noyau devient très-apparent dans l'enveloppe pâlie. Si l'on

---

([1]) Créosotée ou phéniquée, pour empêcher les microzymas atmosphériques de pulluler, de devenir bactéries et d'opérer la putréfaction du sang. Toutes ces expériences ont été faites sous le climat de Montpellier, dans mon laboratoire de la Faculté de Médecine.

remue la préparation, on voit le noyau se mouvoir dans l'utricule, comme un mobile dans un milieu un peu moins dense que lui; on l'y voit prendre toutes les positions possibles dans la cavité du globule qui roule, et pendant le repos il tombe sur la paroi la plus déclive. Rien ne représente mieux le phénomène qu'un œuf se mouvant dans un vase sphérique d'un litre et rempli d'eau; c'est aussi sensiblement le rapport qui existe entre le volume du noyau et celui de la cavité du globule en ce moment.

» Après vingt-trois jours, les globules ont gardé la forme ovale; ils sont plus pâles. Par l'addition de l'eau, la pâleur des globules augmente, et leur forme tend vers la sphère. L'ensemble des phénomènes précédemment décrits sont aussi accentués que possible; en outre, pendant le mouvement de translation des globules, on voit l'enveloppe se plissant et s'enroulant autour du noyau, puis se déroulant pour s'enrouler encore. Le mélange a été jeté sur un filtre; le liquide filtré est limpide, rouge-brun. Les globules y ont été lavés successivement avec une solution de fécule soluble, et à l'eau : ils sont alors presque décolorés et brun pâle, vus en masse au microscope; ils sont seulement visibles par leur noyau; mais, si l'on ajoute de la teinture d'iode à la préparation des globules lavés, la cellule et le noyau se teignent en jaune et l'on distingue bien la membrane utriculaire plissée autour du noyau. Cependant, plusieurs noyaux paraissent devenus libres, ayant conservé leur forme ovale. Les globules lavés ne se teignent ni par le carmin ammoniacal, ni par le picrocarminate.

» En faisant varier les proportions de solution de fécule soluble, sa concentration et la quantité de sang, on peut observer souvent des faits intéressants. C'est ainsi qu'il m'est arrivé de voir disparaître le noyau et à sa place un grand nombre de granulations moléculaires se mouvant dans l'intérieur de l'utricule dont la membrane se plissait. Cela donne à penser que le noyau des cellules, comme certaines cellules elles-mêmes, sont capables, par régression, de revenir aux microzymas générateurs [1].

» *Sang de poule, de pigeon et de grenouille.* — Leurs globules se comportent comme ceux du canard. Mais il faut, pour le sang de poule, un peu plus d'attention pour bien distinguer l'enveloppe; évidemment la membrane de ces globules est plus délicate.

» *Sang de chien, de bœuf, de cobaye.* — Au bout d'un temps relativement court, leurs globules deviennent absolument réfractaires à l'eau. Les glo-

---

[1] Voir, *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIII, p. 443, un travail dans lequel je fais voir le retour de la levûre de bière aux microzymas, et la production de cette levûre par les microzymas comme facteurs.

bules, après l'action d'un très-grand volume d'eau, apparaissent décolorés, tantôt sous la forme d'une vésicule aplatie qui se replie sur elle-même en se mouvant, tantôt sous la forme de petites vessies qui roulent dans le liquide ambiant.

» Ces exemples me paraissent suffisamment nombreux pour permettre d'affirmer que les globules sanguins sont bien réellement constitués comme tous les éléments cellulaires parfaits, qui remplissent d'importantes fonctions dans les phénomènes de la vie de nutrition. Plusieurs phénomènes s'expliquent aisément par sa présence. Je n'en citerai qu'un. On sait que le sérum du sang ou le plasma est riche en soude; le globule, en potasse. Si, grâce à l'enveloppe, l'hématie est le siége d'un mouvement d'osmose nécessaire à la vie, ce partage s'explique : la nature spéciale de la membrane s'oppose à l'échange osmotique et à l'équilibre. Tant que l'enveloppe garde ses propriétés, c'est-à-dire est vivante, rien ne sort du globule et n'y pénètre, que ce qu'elle laisse passer.

J'ajoute que, durant ces longues expériences, il m'est arrivé, en variant les milieux, de voir les globules sanguins se résoudre en granulations moléculaires; de plus, même en n'employant pas la créosote ou l'acide phénique et en n'évitant pas le contact de l'air atmosphérique, il est rare de voir apparaître les bactéries, et le sang ne se putréfie pas. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les débris organisés contenus dans les quartz et les silex du Roannais.* Lettre de M. **B. Renault** à M. Dumas.

« Dans le courant de l'année 1874, M. Brongniart reçut quelques échantillons de quartz lydien, qui lui avaient été adressés par M. Grand'Eury; l'illustre paléontologiste reconnut que ces fragments, trouvés épars à la surface du sol, dans les environs de Combres (Loire), renfermaient des débris de végétaux plus anciens que ceux qui se rencontrent dans les silex d'Autun et de Saint-Étienne, et qu'ils avaient été sans doute arrachés aux couches anthracifères qui représentent l'étage de Culm dans cette région du département de la Loire.

» L'étude anatomique de ces fragments, recueillis en plus grande quantité, pouvant jeter quelque lumière sur les affinités presque inconnues des végétaux de cette époque reculée, l'Académie des Sciences a voulu, sur votre proposition, faire rechercher s'ils ne proviendraient pas d'une couche, plus ou moins régulière, ignorée jusqu'ici ou non mentionnée.

» Sous la conduite de M. l'ingénieur Maussier, qui le premier avait découvert des débris organisés dans les quartz du Roannais, nous avons re-

connu, de concert avec M. Grand'Eury, que les silex fossilifères, disséminés au milieu des champs, avaient été certainement détachés d'un banc geysérien considérable et encore en place.

» Ce banc est intercalé entre des grès anthracifères et recouvert sur toute son étendue, soit par ces derniers, soit par les débris terreux résultant de leur désagrégation. Il a été rencontré à des profondeurs diverses, dans différents travaux exécutés pour la recherche ou l'exploitation de l'anthracite.

» Dans la vallée de Neaux, une *fendue* l'a mis à découvert. Le banc de quartz, d'une puissance de 30 à 40 centimètres, s'enfonce entre deux couches de grès anthracifère, noir et terreux, au contact même du banc.

» Il affleure dans le lit et sur l'une des berges du ruisseau qui traverse le bois de Marigny. Les champs qui environnent le domaine de ce nom et les murs mêmes des habitations contiennent un nombre assez considérable de fragments; quelques-uns, du poids de plusieurs centaines de kilogrammes, à angles vifs, attestent que la couche d'où ils proviennent n'est pas très-éloignée.

» A la Charbonnière, le quartz se montre également, mais en petits morceaux, sur le bord du chemin, en face des travaux d'exploitation. Il existe aussi en place à Charpenet, et les champs voisins en contiennent de nombreux débris.

» La bande de quartz, dont on peut suivre les traces presque d'une manière continue de Neaux à Charpenet, n'a pas moins de 3 à 4 kilomètres de longueur.

» Une faille puissante a rejeté la continuation du banc jusque près de Verpierre, au nord de Régny; on le retrouve aussi sous la forme de gros blocs dans le lit du ruisseau et à la lisière du bois de *chez Guetton* et plus loin dans la direction de Combres. Cette deuxième bande de quartz lydien a été reconnue par place sur une longueur de plusieurs kilomètres, et renferme les mêmes plantes fossiles que la précédente.

» Plusieurs couches d'anthracite existent au-dessus et au-dessous de ce banc de silex : il est donc permis d'espérer qu'il contient quelques-uns des genres, peut-être même quelques-unes des espèces trouvées à l'état d'empreinte dans ces couches si voisines.

» Les espèces rencontrées dans l'anthracite du Roannais sont, comme l'on sait: le *Lepidodendron Veltheimianum*, *Lep. Tetragonum*, *Lep. Squamosum*, *Lep. Rodomnensis*.

» Le *Sphenopteris elegans*, *Sp. filifera*, *Sp. Göpperti*;

» Le *Bornia transitionis;*

» Le *Stigmaria lævis*, et quelques Syringodendrons.

» Les fragments de quartz, assez nombreux, qui ont été recueillis, montrent, à la surface, des tiges et rameaux de *Clepsydropsis*, des débris d'écorce, de bois, de feuilles de *Lepidodendron*, des cônes et des épis renfermant des microsporanges gonflés de microspores, des zones de plus de 1 centimètre d'épaisseur, presque exclusivement formées de macrospores.

» L'étude approfondie de ces fragments divers ne peut manquer de fournir quelques renseignements précieux sur la flore de cette époque, qui a un faciès si différent de celui des couches plus récentes du terrain houiller. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la glycogénèse végétale.* Mémoire de M. V. Jodin. (Extrait par l'auteur.)

« Des faits exposés dans ce Mémoire on peut, avec une certaine probabilité, tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les végétaux supérieurs, en grand nombre, sinon tous, contiennent des matières sucrées répandues dans leurs organes. Généralement, cette matière sucrée est un mélange de saccharose et de sucre interverti, en proportions variables.

» 2° Dans une même plante, le taux saccharimétrique est généralement le plus faible dans les feuilles. Il s'élève et atteint ordinairement son maximum dans certaines parties : fleurs, fruits, tiges et racines, qui ne possèdent que transitoirement, ou à un très-faible degré, la fonction chlorophyllienne.

» 3° Le faible taux saccharimétrique des feuilles ne peut être invoqué comme une preuve contre la production directe du sucre par ces organes. Les observations de M. Boussingault sur les feuilles d'un Tilleul atteint de miellée, celles que j'ai faites sur les feuilles de Laurier C., paraissent bien difficiles à expliquer, si l'on n'admet pas que la feuille possède à un degré quelconque la fonction glycogénique, fonction qu'elle peut, du reste, partager avec d'autres organes.

» 4° D'autre part, la présence constante de certains sucres dans tous les Champignons paraît prouver manifestement l'indépendance de la fonction glycogénique et de la fonction chlorophyllienne. Ces deux fonctions se trouveraient pour ainsi dire juxtaposées dans la feuille verte, sans entretenir entre elles une relation de causalité immédiate.

» 5° C'est là le point où l'expérience doit intervenir en formulant ainsi le problème :

» Rechercher quelles sont les influences qui font varier le taux saccha-

rimétrique des feuilles; en particulier, quelle est la nature du rapport qui peut exister entre ces variations et l'exercice de la fonction chlorophyllienne; enfin, pour conserver au problème ses limites naturelles, que l'expérience ne peut restreindre, rechercher si la production de quelque autre principe immédiat possède seul ou partage avec le sucre une relation définie avec la fonction chlorophyllienne. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Recherches des corps gras introduits frauduleusement dans le beurre.* Mémoire de M. C. **Husson**. (Extrait par l'auteur.)

« *Conclusion.* — En résumé, on reconnaîtra que le beurre naturel est de bonne qualité, en traitant un poids déterminé par un mélange à parties égales d'éther à 66 degrés et d'alcool à 90 degrés, dans les proportions de 10 pour 100.

» On opère la dissolution en plaçant le mélange dans un bain-marie, à la température de 35 à 40 degrés, puis on laisse refroidir jusqu'à 18 degrés. Au bout de vingt-quatre heures, le beurre naturel doit laisser un dépôt de margarine pure qui, desséché, ne devra pas être supérieur à 40 pour 100, ni inférieur à 35. Une augmentation dans ces chiffres serait un indice certain de falsification à l'aide de suif de bœuf, de veau ou de mouton. Une diminution, au contraire, indiquerait un mélange de margarine Mouriès, d'axonge ou de graisse d'oie. L'observation microscopique indiquera quelle est la matière grasse employée pour cette fraude. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Rapports entre les variations barométriques et la déclinaison du Soleil;* par M. A. **Poëy**.

« D'après l'étude de 8732 observations horaires, faites le jour et la nuit, en 1862, à l'Observatoire de la Havane, sous ma direction, j'observe un rapport frappant entre les variations de la pression atmosphérique et la déclinaison du Soleil. Ayant poursuivi ces recherches sur de longues séries intertropicales, ainsi que sur toute la surface de la Terre, je trouve que les basses pressions suivent exactement le cours du Soleil, pendant que les hautes pressions se portent à l'opposé de cet astre. Mais il faut éliminer les influences orographiques et hygrométriques, l'action des vents et des perturbations locales.

» Sur l'hémisphère boréal, le maximum de pression coïncide, au mois de janvier, avec la plus grande déclinaison australe du Soleil, au solstice d'hiver, alors que cet astre se trouve sur le tropique du Capricorne. Le

minimum de pression coïncide au contraire, au mois de juin, avec sa plus grande déclinaison boréale au solstice d'été, lorsque le Soleil est sur le tropique du Cancer. Sous l'hémisphère austral, c'est exactement l'inverse; le maximum de pression tombe en juin et le minimum en janvier. On a donc alternativement sur chaque tropique une bande d'isobares minima sous le Soleil et une autre bande d'isobares maxima à l'opposé de l'astre, aux époques des deux solstices. Si l'on envisage la position du Soleil aux équinoxes, on observe une bande d'isobares minima à l'équateur, lorsque les rayons de l'astre tombent perpendiculairement, tandis que deux autres bandes d'isobares maxima se portent au delà de chaque tropique. C'est en avril que la pression atmosphérique est le plus uniformément distribuée sur toute la terre. Ces bandes d'isobares entourent complétement le globe. Lorsqu'en juin, juillet et août, le Soleil atteint sa plus grande déclinaison boréale, le minimum annuel de pression se fait sentir sur l'hémisphère boréal, et le maximum sous l'hémisphère austral; mais, lorsque le Soleil est à sa plus grande déclinaison australe, les isobares sont, en décembre, janvier et février, inversement distribués.

» Telle paraît être la distribution générale et normale de la pression atmosphérique à la surface de la Terre, correspondant aux quatre positions principales du Soleil sur le plan de l'écliptique. J'ai, en partie, tiré le fondement de cette distribution de l'étude du beau travail du savant météorologiste, M. A. Buchan, sur les isobares du globe. L'action solaire y est sensible jusque dans l'antagonisme qui règne entre les pressions de l'été et de l'hiver, suivant que les continents et les mers jouissent alternativement d'une plus haute ou d'une plus basse température. Partout, les basses pressions se portent vers la chaleur, et les hautes pressions vers le froid. Des aires de basses pressions suivent le Soleil à travers le continent de l'Afrique, dans sa déclinaison boréale et australe.

» Si l'on se transporte maintenant sur le tropique du Cancer, à la Havane, on trouve que les variations de pression sont très-intimement liées à la déclinaison du Soleil; elles sont plus faibles de l'équinoxe du printemps à l'équinoxe d'automne, pendant que le Soleil demeure sur notre hémisphère; elles sont, au contraire, plus fortes de l'équinoxe d'automne à l'équinoxe du printemps, lorsque le Soleil est sous l'hémisphère austral. De là, le minimum annuel vers le mois de juin au solstice d'été, et le maximum de janvier au solstice d'hiver. Mais le grand minimum annuel a lieu au mois d'octobre, lorsque le Soleil, de retour à l'équateur, vient de raréfier complétement l'atmosphère : c'est alors que les courants polaire et

équatorial se précipitent avec violence sur cette aire de dépression et produisent les plus terribles ouragans. Un second minimum annuel se fait encore sentir en mai peu avant l'arrivée du Soleil au zénith. On observe finalement un second maximum en juillet, qui proviendrait de l'établissement de la saison des pluies. L'oscillation annuelle présenterait, comme l'oscillation diurne, deux maxima et deux minima.

» L'action solaire se fait plus énergiquement sentir dans les moindres oscillations diurnes du baromètre. Les heures tropiques tombent, à la Havane : les minima à 4 heures du matin et à 4 heures de l'après-midi; les maxima à 10 heures du matin et à 11 heures du soir. Des dépressions au delà de 70 millimètres, dans les ouragans les plus violents, ne font qu'anticiper ou abréger l'heure tropique. Or j'observe une particularité remarquable : *Les amplitudes diurnes décroissent avec la baisse barométrique, en été, et elles croissent, en hiver, avec la hausse, à l'inverse des amplitudes mensuelles.* Dans la période de décroissance, d'avril à septembre, la température est à son maximum avec le Soleil sur notre hémisphère; dans la période de croissance, d'octobre à mars, la température est à son minimum avec le Soleil sous l'hémisphère austral. La marée minimum de 4 heures de l'après-midi est toujours plus basse que la marée minimum de 4 heures du matin, sauf au mois de juillet où la première est plus haute; de même, la marée maximum de 10 heures du matin est toujours plus haute que la marée maximum de 11 heures du soir, excepté encore en juin et juillet, où la première est plus basse. Eh bien, ce renversement de signe coïncide avec le solstice d'été et le double passage du Soleil au zénith de la Havane.

» Il y a trois périodes dans lesquelles l'amplitude *minimum minimorum* des heures tropiques coïncide, à la Havane, avec l'amplitude *minimum minimorum* annuelle : 1° au solstice d'été, le 27 juin, quatorze jours après le premier passage du Soleil au zénith; 2° le 14 juillet, douze jours après son second passage; 3° le 21 novembre, un mois avant le solstice d'hiver. Les amplitudes de juillet et novembre, lorsque le Soleil se trouve sur les deux tropiques, sont d'égale valeur ($0^{mm},05$); tandis qu'en juin et novembre l'amplitude annuelle moyenne atteint son *maximum maximorum* ($8^{mm},04$ et $8^{mm},47$).

» On observe enfin, sur les cartes de M. Buchan, que les petites amplitudes de 0,010 à 0,040 de pouce de l'oscillation semi-diurne s'étendent en janvier, sur l'Atlantique nord, du 40e au 60e degré, presque parallèles à la latitude; mais, à partir du mois de mars, lorsque le Soleil est sur l'équa-

teur, elles s'infléchissent constamment vers le sud, jusqu'au mois de juillet, où l'amplitude de 0,040 de pouce descend sous le tropique et se trouve au-dessous du Soleil; puis elle remonte en août, et atteint en novembre le 40e degré de latitude. Ici encore, les plus petites amplitudes diurnes se rapprochent et s'éloignent périodiquement du Soleil. Les fortes amplitudes prédominent en janvier, presque parallèles à la latitude, et les faibles amplitudes en juillet, avec de grandes inflexions vers l'équateur dans les deux hémisphères, faisant, ces dernières, le tour de la Terre dans toutes les saisons.

» Les marées diurnes, entrevues par John Beale dès 1664 et découvertes en 1722 à Suriman, restent toujours à l'état d'énigme. Il faut distinguer l'action de la pesanteur de l'action solaire, puis l'allure des oscillations diurnes de celle des oscillations mensuelles, qui suivraient une marche inverse, malgré leur intime liaison. »

M. Gazan adresse une nouvelle Lettre relative à la théorie des taches solaires.

M. P. Gervais fait hommage à l'Académie, de la part de M. *Capellini*, d'un nouveau Mémoire de ce savant géologue, relatif aux Cétacés fossiles de l'Italie. Il y est question de deux espèces de Balénides, dont une est nouvelle pour la Science, l'*Heterocetus Guiscardii*, Capellini, et d'une espèce de Delphinorhynques, attribuée par l'auteur du Mémoire au genre *Pachyacanthus*, genre rapporté à tort aux Balénides par M. Brandt et dont la classification a été discutée par M. Gervais (1), dans le sens aujourd'hui adopté par M. Capellini.

« M. Chasles fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince *B. Boncompagni*, des livraisons de juin, juillet et août du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*.

» Il signale, dans la première, une Lettre, écrite de Padoue en date du 15 avril de cette année, dans laquelle M. le professeur Antonio Favaro expose les recherches auxquelles il s'est livré dans les archives de l'Université de Padoue, pour y découvrir quelque document relatif à Nicolas Copernic. Il déclare qu'aucun document ne prouve que Copernic ait été inscrit parmi les étudiants de l'Université de Padoue et que rien ne prouve

(1) *Ostéographie des Cétacés*, p. 497.

non plus qu'il y ait reçu le diplôme de docteur en Médecine et en Philosophie. Il faut reconnaître que l'état actuel des archives universitaires ne permet guère d'y chercher, avec quelque espoir de succès, des documents relatifs aux dernières années du xv[e] ou au commencement du xvi[e] siècle. — Un extrait d'une lettre adressée aussi à M. Boncompagni par M. le D[r] Steinschneider renferme une rectification de quelques erreurs relatives au mathématicien arabe Ibn-Al-Banna qui semblent se trouver dans l'ouvrage de Cassini. Cette livraison du Bulletin se termine par une énumération fort détaillée et étendue des publications récentes en toutes langues sur les Mathématiques et les sciences physiques.

» Le Bulletin de juillet est consacré entièrement à un opuscule de M. le professeur D[r] Sigismondo Günther, traduit de l'allemand en italien par M. le D[r]. Giovanni Garbieri, intitulé : *L'origine et les degrés de développement du principe des coordonnées*. L'auteur, après avoir recherché à quel point on pourrait reconnaître chez les anciens l'idée d'employer ces coordonnées pour représenter des lignes dans le plan ou dans l'espace, et avoir reconnu que quelques propositions particulières n'impliquaient nullement l'emploi du principe, établit la priorité sur cette généralisation en faveur de Nicolas Oresme (1320-1382), qui l'expose dans son *Tractatus de latitudinibus formarum*. M. Günther cherche à démontrer ensuite que c'est à Fermat qu'on doit, avant Descartes, l'application du principe des coordonnées à la recherche et à l'étude des propriétés des courbes. La conclusion de ce Mémoire de M. Günther est que : *La base scientifique de la géométrie des coordonnées constitue le mérite exclusif des trois grands mathématiciens français*.

» Le fascicule d'août renferme : 1° une Notice de M. le professeur Pietro Riccardi, sur un opuscule de Francesco del Sole (géomètre du xvi[e] siècle, d'origine française, résidant à Ferrare) ; 2° des documents inédits relatifs à cet auteur, recueillis par M. Boncompagni ; 3° Sur une expression *cumulo* employée par Francesco del Sole, pour *mille millions*, par M. Boncompagni ; 4° une Table très-étendue des récentes publications scientifiques en toutes langues. »

M. Chasles dépose sur le bureau les livraisons de juin et juillet du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, rédigé par MM. *Darboux*, *Hoüel* et *Tannery*, sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique.

La séance est levée à 4 heures un quart.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 OCTOBRE 1877.

Recherches au sujet des influences que les changements de climats exercent sur les plantes; par MM. Ch. NAUDIN *et* RADLKOFER. Paris, impr. Martinet, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles.*)

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr JACCOUD; t. XXIV, NEZ-ORC. Paris, J.-B. Baillière, 1877; in-8°.

Rapport du Président de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, pour la période annuelle du 31 *mai* 1876 *au* 1er *juin* 1877; *par* M. Al. FAVRE. Sans lieu, ni date; br. in-4°.

Traité de Zologie; par C. CLAUS, traduit sur la troisième édition allemande et annoté par G. MOQUIN-TANDON; fascicule VII. Paris, F. Savy, 1877; in-8°.

La Nature; 3e et 4e année. Paris, G. Masson, 1875-1876; 4 vol. grand in-8°

A.-C. CHRISTOMANOS. *Das specifische Gewicht des Jodtrichlorids. Eine neue Methode zur Bestimmung des specifischen Gewichtes zersetzlicher Körper.* Berlin, Ferd. Dümmlers, 1877; opusc. in-8°. (Extrait des *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin.*) [Présenté par M. Berthelot.]

A.-C. CHRISTOMANOS. *Zur Kenntniss des Jodtrichlorids.* Berlin, Ferd. Dümmlers, 1877; opusc. in-8°. (Extrait des *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin.*) [Présenté par M. Berthelot.]

A.-C. CHRISTOMANOS. *Erwiderung.* Berlin, Ferd. Dümmlers, 1877; opusc. in-8°. (Extrait des *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin.*) [Présenté par M. Berthelot.]

Exploration géologique du Canada. Alfred-R.-C. SELWYN, M. S. G. directeur. *Rapport des opérations de* 1875-1876. Montréal, publié par autorité du Parlement, 1877; in-8°.

Die Naturgesetze und ihr Zusammenhang mit den Principien der Abstrakten Wissenschaften, etc.; von H. SCHEFFLER; t. I, II, liv. 1 et 2. Leipzig, F. Foerster, 1876-1877; 4 livr. in-8°.

Bulletin of the United States entomological Commission; n°s 1 et 2. Washington, government printing office, 1877; 2 br. in-8°.

Prison reform in the United States. Proceedings of a Conference held at Newport, Rhode Island, august 1st *and* 2^{d}, 1877. New-York, National printing Company, 1877; br. in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da P. Boncompagni, giugno, luglio 1877. Roma, 1877; 2 livr. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Nuovi esempj a comprovare la solenne efficacia antilimica del solfuro nero d'idrargiro. Lettera del D^{re} A. Cadet- Roma, tipogr. Ripamonti, 1877; br. in-8°.

Nuova sperienza sulla elettrostatica induzione. Nota di P. Volpicelli. Sans lieu, ni date; opusc. in-4°. (Extrait des *Actes de la Reale Accademia dei Lincei.*)

Balenottere fossili e Pachyacanthus dell' Italia meridionale; per C. Capellini. Roma, Salviucci, 1877; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 1er octobre 1877.)

Page 612, formule (6), *au lieu de* $\frac{d}{\sin^0 \alpha}$ *lisez* $\frac{1}{\sin^0 \alpha}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 OCTOBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Tables d'Uranus et de Neptune, de M.* Le Verrier. Note de M. Tresca.

« Lorsqu'on sut, il y a quelques semaines, la gravité de la maladie qui devait priver la Science de l'un de ses plus fermes soutiens, l'inquiétude fut grande, parmi les astronomes, de savoir si les Tables de M. Le Verrier étaient terminées.

» Cette inquiétude était aussi la sienne; appelé par lui à Dieppe, au commencement du mois de septembre, j'eus l'occasion de lui remettre quelques-unes des dernières feuilles; et, lorsque déjà ses appréciations générales avaient peine à se fixer sur la plupart des sujets étrangers à la Science, sa volonté de terminer l'impression de ses Tables reparaissait tout entière, aussi énergique et aussi consciente que s'il eût été en pleine santé.

» Dans la Lettre que j'ai eu l'honneur d'adresser à M. le Président, le 23 septembre dernier, je lui annonçais que j'aurais prochainement à présenter ces Tables à l'Académie.

» M. Gaillot m'a fait remettre, conformément aux instructions de notre

illustre confrère, les deux fascicules du tome XIV des *Annales de l'Observatoire*, qui contiennent celles d'Uranus et de Neptune : ce sont les dernières.

» L'Académie trouvera sans doute qu'il m'est permis de reproduire, à cette occasion, quelques-uns des termes en lesquels M. Le Verrier lui faisait connaître, dans la séance du 21 décembre 1874, l'achèvement prochain du grand travail dans lequel il avait pris pour devise, tant de fois justifiée par ses éclatants succès : en Astronomie,

« Tout écart décèle une cause inconnue et peut devenir la source d'une découverte. »

» Les théories fondamentales du système planétaire remontent, dans l'œuvre de M. Le Verrier, au 16 septembre 1839 :

« Les développements généraux ont fait l'objet de cinq Mémoires présentés et publiés en 1840, 1843, 1849 et 1855.

» Les formules relatives aux inégalités séculaires ont été traitées, en particulier, dans les Mémoires de 1840 et 1841.

» Le même sujet a été repris, d'une façon plus générale et plus complète, dans le travail communiqué à l'Académie, à la date du 11 novembre 1872, concernant les quatre grosses planètes: Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

» La théorie de Mercure, présentée dès 1843, puis complétement remaniée, n'a été complétée définitivement qu'en 1859.

» La théorie de Vénus a été donnée en 1861 ;

» Celle du Soleil (la Terre) en 1853 et 1858 ;

» Celle de Mars en 1861 ;

» La théorie de Jupiter en 1872 et 1873;

» Celle de Saturne également en 1872 et 1873 ;

» La théorie d'Uranus, donnée en 1846, et liée à la découverte de Neptune, a été l'objet d'un nouveau travail présenté le 15 novembre 1874. »

La dernière théorie enfin, celle de la planète Neptune, a été offerte le 21 décembre 1874.

« Je dois, disait M. Le Verrier, à notre confrère M. Hind, surintendant du *Nautical Almanac*, la satisfaction d'avoir vu adopter par le monde astronomique les diverses Tables de Mercure, du Soleil, de Vénus, de Mars, de Jupiter, à mesure qu'elles ont paru.

» Les Tables de Saturne sont construites et leur comparaison avec les observations est à peu près terminée.

» Les théories d'Uranus et de Neptune étant également terminées, il ne reste plus qu'à effectuer leur comparaison avec les observations. »

» Et M. Le Verrier ajoutait :

« La connaissance approfondie que mon excellent collaborateur, M. Gaillot, chef du Bureau des calculs et membre du Conseil de l'Observatoire, a de ces matières, et le dévouement

avec lequel il a assuré la construction et la comparaison si laborieuse des Tables de Jupiter et de Saturne, me sont un sûr garant que le dernier travail sera, quoi qu'il arrive, conduit jusqu'au bout. »

» Les prévisions de M. Le Verrier se trouvent complétement réalisées aujourd'hui; M. Gaillot y a consacré tous ses soins, et M. Gauthier-Villars n'a rien négligé pour que la présentation de ce dernier travail puisse être immédiate; nous en offrons, de la part de la famille de M. Le Verrier, la dédicace à l'Académie.

» Il sera, suivant la volonté de notre regretté confrère, adressé dès demain au Bureau des Longitudes et au *Nautical Almanac*. Les recueils d'éphémérides astronomiques auront ainsi à leur disposition, pour tout notre système planétaire, un ensemble complet de Tables aussi remarquables par l'unité des vues théoriques dont elles sont déduites que par leur absolue précision.

» M. Le Verrier avait l'intention de résumer, dans une courte introduction, l'histoire de son immense travail, les résultats auxquels il a été conduit, les questions nouvelles que ces résultats soulèvent et dont l'étude s'impose aux géomètres de l'avenir. On pourra provisoirement la remplacer par l'article des *Comptes rendus*, dont nous venons de citer quelques passages; mais combien il serait désirable que notre éminent Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques consentît à y joindre une appréciation raisonnée de l'œuvre dont le volume actuel est le couronnement!

» En obéissant aux volontés qui m'ont été exprimées par notre illustre confrère, je tiens à faire remarquer qu'une parole plus compétente se réservera sans doute la présentation des autres travaux compris dans les deux volumes, que je dépose sur le bureau au seul point de vue des Tables de M. Le Verrier.

» Nous avons lieu de penser que les papiers de M. Le Verrier ne contiennent pas un grand nombre de Mémoires inédits; il faudra les compulser avec soin. Mais, dès à présent, on peut affirmer que sa correspondance astronomique avec les Herschel, les Airy, les Struve, les Encke, les Adams, les Hind, devra être religieusement recueillie; elle forme un des plus curieux enseignements de l'histoire de l'Astronomie moderne, et l'Académie des Sciences tiendra certainement à honneur de prendre l'initiative des mesures nécessaires pour en assurer la publication. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. **Hermite**.

« III. Revenant au cas général pour donner des exemples de la détermination de la fonction $f(x)$, qui joue le rôle d'élément simple, et du calcul des coefficients $A, A_1, A_2, \ldots,$ je considérerai ces deux expressions :

$$F(x) = \frac{\Theta(x+a)\,\Theta(x+b)\ldots\Theta(x+l)\,e^{\lambda x}}{\Theta^n(x)},$$

$$F_1(x) = \frac{H(x+a)\,H(x+b)\ldots H(x+l)\,e^{\lambda x}}{\Theta^n(x)},$$

où $a, b, \ldots, l$ sont des constantes au nombre de n. On trouve d'abord aisément leurs multiplicateurs, au moyen des relations

$$\Theta(x+2K) = +\,\Theta(x),$$

$$H(x+2K) = -\,H(x),$$

$$\Theta(x+2iK') = -\,\Theta(x)\,e^{-\frac{i\pi}{K}(x+iK')},$$

$$H(x+2iK') = -\,H(x)\,e^{-\frac{i\pi}{K}(x+iK')}.$$

Elles montrent qu'en posant

$$\omega = a+b+\ldots+l,$$

puis, comme précédemment,

$$\mu = e^{2\lambda K},$$

$$\mu' = e^{-\frac{i\pi\omega}{K}+2i\lambda K'},$$

on aura

$$F(x+2K) = \mu\,F(x), \quad F_1(x+2K) = (-1)^n\mu\,F_1(x),$$

$$F(x+2iK') = \mu'F(x), \quad F_1(x+2iK') = \mu'F_1(x).$$

» Il en résulte que, quand n est pair, la fonction

$$f(x) = \frac{H'(0)\,H(x+\omega)\,e^{\lambda x}}{H(\omega)\,H(x)},$$

ayant ces quantités μ et μ' pour multiplicateurs, peut servir d'élément simple pour nos deux expressions; mais il n'en est plus de même relativement à la seconde $F_1(x)$, dans le cas où n est impair : on voit aisément qu'il

faut prendre alors pour élément simple la fonction

$$f_1(x) = \frac{H'(o)\Theta(x+\omega)e^{\lambda x}}{\Theta(\omega)H(x)},$$

afin de changer le signe du premier multiplicateur, le résidu correspondant à $x = o$ étant d'ailleurs égal à l'unité. Cela posé, comme $F(x)$ et $F_1(x)$ ne deviennent infinies que pour $x = iK'$, ce sont les quantités $f(x-iK')$ et $f_1(x-iK')$ qui figureront dans notre formule. Il convient de leur attribuer une désignation particulière, et nous représenterons dorénavant, la première par $\varphi(x)$ et la seconde par $\chi(x)$, en observant que les relations

$$\Theta(x+iK') = iH(x)e^{-\frac{i\pi}{4K}(2x+iK')},$$
$$H(x+iK') = i\Theta(x)e^{-\frac{i\pi}{4K}(2x+iK')}$$

donnent facilement, après y avoir changé x en $-x$, ces valeurs :

$$\varphi(x) = \frac{H'(o)\Theta(x+\omega)e^{\lambda x}}{\sqrt{\mu'}\,H(\omega)\Theta(x)},$$
$$\chi(x) = \frac{H'(o)H(x+\omega)e^{\lambda x}}{\sqrt{\mu'}\,\Theta(\omega)\Theta(x)}.$$

» Nous avons maintenant à calculer dans les développements de $F(iK'+\varepsilon)$ et $F_1(iK'+\varepsilon)$, suivant les puissances croissantes de ε, la partie qui renferme les puissances négatives de cette quantité, et qu'on pourrait, pour abréger, nommer la partie principale. A cet effet, je remarque qu'en faisant, pour un moment,

$$F(x) = \frac{\Pi(x)}{\Theta^n(x)}, \quad F_1(x) = \frac{\Pi_1(x)}{\Theta^n(x)},$$

on aura

$$F(iK'+\varepsilon) = \frac{\sqrt{\mu'}\,\Pi_1(\varepsilon)}{H^n(\varepsilon)}, \quad F_1(iK'+\varepsilon) = \frac{\sqrt{\mu'}\,\Pi(\varepsilon)}{H^n(\varepsilon)}.$$

» Nous développerons donc $\Pi(\varepsilon)$ et $\Pi_1(\varepsilon)$, par la formule de Maclaurin, jusqu'aux termes en ε^{n-1}, et nous multiplierons par la partie principale de $\frac{1}{H^n(\varepsilon)}$, qui s'obtient, comme on va voir, au moyen de la fonction de M. Weierstrass :

$$\mathrm{Al}(x)_1 = x - \frac{1+k^2}{6}x^3 + \frac{1+4k^2+k^4}{120}x^5 - \ldots$$

» On a en effet, d'après la définition même de l'illustre analyste,

$$H(x) = H'(o) e^{\frac{Jx^2}{2K}} \mathrm{Al}(x)_1,$$

et l'on en déduit

$$\left[\frac{H'(o)}{H(\varepsilon)}\right]^n = e^{-\frac{nJ\varepsilon^2}{2K}} \left[\varepsilon - \frac{1+k^2}{6}\varepsilon^3 + \frac{1+4k^2+k^4}{120}\varepsilon^5 - \ldots\right]^{-n}$$
$$= e^{-\frac{nJ\varepsilon^2}{2K}} \left[\frac{1}{\varepsilon^n} + \frac{n(1+k^2)}{6}\frac{1}{\varepsilon^{n-2}} + \ldots\right]$$
$$= \frac{1}{\varepsilon^n} + n\left(\frac{1+k^2}{6} - \frac{J}{2K}\right)\frac{1}{\varepsilon^{n-2}} + \ldots.$$

» IV. Je vais appliquer ce qui précède au cas le plus simple, en supposant $n = 2$ et $\lambda = 0$, ce qui donnera

$$F(x) = \frac{\Theta(x+a)\Theta(x+b)}{\Theta^2(x)},$$
$$F_1(x) = \frac{H(x+a)H(x+b)}{\Theta^2(x)},$$

et, par conséquent,

$$\frac{1}{\sqrt{\mu'}}\Pi(\varepsilon) = H(a)H(b) + [H(a)H'(b) + H(b)H'(a)]\varepsilon + \ldots,$$
$$\frac{1}{\sqrt{\mu'}}\Pi_1(\varepsilon) = \Theta(a)\Theta(b) + [\Theta(a)\Theta'(b) + \Theta(b)\Theta'(a)]\varepsilon + \ldots$$

Maintenant la partie principale de $\frac{1}{H^2(\varepsilon)}$ ne contenant que le seul terme $\frac{1}{H'^2(o)}\frac{1}{\varepsilon^2}$, on a immédiatement

$$\frac{H'^2(o)}{\sqrt{\mu'}} F(iK' + \varepsilon) = \frac{H(a)H(b)}{\varepsilon^2} + \frac{H(a)H'(b) + H(b)H'(a)}{\varepsilon} + \ldots,$$
$$\frac{H'^2(o)}{\sqrt{\mu'}} F_1(iK' + \varepsilon) = \frac{\Theta(a)\Theta(b)}{\varepsilon^2} + \frac{\Theta(a)\Theta'(b) + \Theta(b)\Theta'(a)}{\varepsilon} + \ldots,$$

et, par conséquent, ces deux relations

$$\frac{H'^2(o)\Theta(x+a)\Theta(x+b)}{\sqrt{\mu'}\,\Theta^2(x)} = -H(a)H(b)\varphi'(x) + [H(a)H'(b) + H(b)H'(a)]\varphi(x),$$
$$\frac{H'^2(o)H(x+a)H(x+b)}{\sqrt{\mu'}\,\Theta^2(x)} = -\Theta(a)\Theta(b)\varphi'(x) + [\Theta(a)\Theta'(b) + \Theta(b)\Theta'(a)]\varphi(x).$$

» En y remplaçant $\varphi(x)$ par sa valeur $\frac{H'(o)\Theta(x+a+b)}{\sqrt{\mu'}H(a+b)\Theta(x)}$, je les écrirai

sous la forme suivante, qui est plus simple :

$$\frac{H'(o)\,H(a+b)\,\Theta(x+a)\,\Theta(x+b)}{H(a)\,H(b)\,\Theta^2(x)}$$
$$= -\,D_x \frac{\Theta(x+a+b)}{\Theta(x)} + \left[\frac{H'(a)}{H(a)} + \frac{H'(b)}{H(b)}\right]\frac{\Theta(x+a+b)}{\Theta(x)},$$
$$\frac{H'(o)\,H(a+b)\,H(x+a)\,H(x+b)}{\Theta(a)\,\Theta(b)\,\Theta^2(x)}$$
$$= -\,D_x \frac{\Theta(x+a+b)}{\Theta(x)} + \left[\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} + \frac{\Theta'(b)}{\Theta(b)}\right]\frac{\Theta(x+a+b)}{\Theta(x)}$$

On en tire d'abord, à l'égard des fonctions θ, cette remarque que, sous la condition

$$a+b+c+d=o,$$

on a l'égalité

$$\begin{aligned} H'(o)\,H(a+b)\,H(a+c)\,H(b+c) = {} & \theta'(a)\,\theta(b)\,\theta(c)\,\theta(d) \\ & + \theta'(b)\,\theta(c)\,\theta(d)\,\theta(a) \\ & + \theta'(c)\,\theta(d)\,\theta(a)\,\theta(b) \\ & + \theta'(d)\,\theta(a)\,\theta(b)\,\theta(c) \end{aligned}$$

» Mais c'est une autre conséquence que j'ai en vue, et qu'on obtient en mettant la première, par exemple, sous la forme

$$\Phi(x) = py - y',$$

où $\Phi(x)$ désigne le premier membre, y la fonction $\frac{\Theta(x+a+b)}{\Theta(x)}$, et p la constante $\frac{H'(a)}{H(a)} + \frac{H'(b)}{H(b)}$.

» Si nous multiplions par e^{-px}, elle devient, en effet,

$$\Phi(x)\,e^{-px} = -\,D_x\,(ye^{-px}),$$

d'où

$$\int \Phi(x)\,e^{-px}\,dx = -\,ye^{-px}.$$

» Ce résultat appelle l'attention sur un cas particulier des fonctions $\varphi(x)$, où, par suite d'une certaine détermination de λ, elles ne renferment plus qu'un paramètre. On voit qu'en posant

$$\varphi(x,a) = \frac{H'(o)\,\Theta(x+a)}{\sqrt{\mu'}\,H(a)\,\Theta(x)}\,e^{-\frac{H'(a)}{H(a)}x},$$

ce qui entraîne, pour le multiplicateur μ', la valeur

$$\mu' = e^{-\frac{i\pi a}{K} - 2iK'\frac{H'(a)}{H(a)}},$$

l'intégrale $\int \varphi(x, a)\,\varphi(x, b)\,dx$ s'obtient sous forme finie explicite. Un calcul facile conduit en effet à la relation

$$\int \varphi(x, a)\varphi(x, b)\,dx = -\varphi(x, a+b)\,e^{\left[\frac{H'(a+b)}{H(a+b)} - \frac{H'(a)}{H(a)} - \frac{H'(b)}{H(b)}\right](x - iK')}.$$

Faisons, en second lieu,

$$\chi(x, a) = \frac{H'(0)\,H(x+a)}{\sqrt{\mu'}\,\Theta(a)\,\Theta(x)}\,e^{-\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}x};$$

en désignant alors par μ' la quantité

$$\mu' = e^{-\frac{i\pi a}{K} - 2iK'\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}},$$

et nous aurons semblablement

$$\int \chi(x, a)\,\chi(x, b)\,dx = -\varphi(x, a+b)\,e^{\left[\frac{H'(a+b)}{H(a+b)} - \frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)} - \frac{\Theta'(b)}{\Theta(b)}\right](x - iK')}$$

On en déduit aisément qu'en désignant par a et b deux racines, d'abord de l'équation $H'(x) = 0$, puis de l'équation $\Theta'(x) = 0$, on aura, dans le premier cas,

$$\int_0^{2K} \varphi(x, a)\varphi(x, b)\,dx = 0;$$

et dans le second,

$$\int_0^{2K} \chi(x, a)\,\chi(x, b)\,dx = 0,$$

sous la condition que les deux racines ne soient point égales et de signes contraires. Si l'on suppose $b = -a$, nous obtiendrons

$$\int_0^{2K} \varphi(x, a)\varphi(x, -a)\,dx = 2\left(J - \frac{K}{\operatorname{sn}^2 a}\right),$$

$$\int_0^{2K} \chi(x, a)\chi(x, -a)\,dx = 2(J - k^2 \operatorname{sn}^2 a K).$$

On voit les recherches auxquelles ces théorèmes ouvrent la voie et que je me réserve de poursuivre plus tard; je me borne à les indiquer succinctement, afin de montrer l'importance des fonctions $\varphi(x)$ et $\chi(x)$. Voici maintenant comment on parvient à les définir par des équations différentielles. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Résumé d'une histoire de la matière* (premier article); par M. E. Chevreul.

« J'ai l'honneur de présenter à mes confrères un bien court extrait d'un écrit qui n'occupe pas moins de 418 pages des *Mémoires de l'Académie*, t. XXXIX.

» En le commençant à la fin de l'année dernière, je ne présumais pas qu'il aurait cette étendue; car le motif qui me l'avait fait entreprendre se bornait à ajouter quelques considérations à un *Atlas* concernant l'*espèce chimique* et l'*espèce vivante*, atlas accompagné de légendes et d'un titre constatant qu'il était extrait du tome XXXVIII des *Mémoires de l'Académie*. J'ignore le motif pour lequel il n'a pas paru dans ce volume : en 1868, un tirage à part en fut distribué aux Membres de l'Académie. Ce tirage, fait accompli, témoignera que mes idées n'ont pas changé, sauf une appréciation trop favorable à l'auteur du *Phlogistique*, J.-E. Stahl.

» Quelle est la cause de l'extension du *Résumé d'une histoire de la matière?* C'est le concours, dont je n'ai qu'à me féliciter : 1° de *La définition du mot* FAIT, *et de la méthode en général* relativement aux sciences, etc., etc., donnée en 1856 dans mes Lettres à M. Villemain; 2° ma *Distribution des connaissances humaines de la Philosophie naturelle*, imprimée dans le tome XXXV des *Mémoires de l'Académie;* et 3° la *Distinction de l'analyse et de la synthèse chimiques* d'avec l'*analyse et la synthèse mentales.*

» Le premier Mémoire de mes *Etudes des procédés de l'esprit humain dans la recherche de l'inconnu, à l'aide de l'observation et de l'expérience et du moyen de savoir s'il a trouvé l'erreur ou la vérité* ([1]), donne, je crois, une idée très-claire de cette distinction et de ses conséquences.

» Cette distinction de l'*analyse et de la synthèse chimiques* d'avec l'*analyse et la synthèse mentales*, approfondie dans ses principales conséquences, constitue la base du *Résumé de l'histoire de la matière*.

» Le FAIT étant l'idée de la certitude, voyons ce qu'*il est*.

» Nous avons la conscience de l'existence des *substantifs propres* perceptibles à nos sens, dès que nous avons constaté en eux l'*étendue limitée et l'impénétrabilité*, c'est-à-dire *deux propriétés*.

» Dès lors, je suis autorisé à dire que ces *propriétés* sont des *faits*, et en

([1]) Cet ouvrage, composé de trois Mémoires, fait partie du tome XXXIX des *Mémoires de l'Académie* (*alinéas* de 60 à 68).

outre que la connaissance parfaite d'un substantif propre serait celle de toutes ses propriétés, ou de *tous ses attributs,* si l'on veut une expression plus générale.

» S'il s'agit d'une *espèce chimique*, ce sera l'*ensemble de ses propriétés physiques, chimiques et organoleptiques*, ensemble qui n'appartient qu'à cette espèce et la distingue de toutes autres.

» S'il s'agit d'une *espèce vivante,* c'est par l'ensemble de ses attributs que nous la connaîtrons, et nous les tiendrons de l'Anatomie, de la Physiologie, et, si l'espèce est végétale, de l'Agriculture, ou, si elle est animale, de la Médecine et de l'étude de ses mœurs.

» S'il s'agit d'un homme ou d'une femme, la connaissance des attributs comprendra les *qualités et les défauts*, eu égard au *physique*, au *moral* et à l'*intelligence*.

» Tout ce qui précède concerne le *substantif propre*, que je qualifie de *physique*, parce qu'il tombe sous nos sens, mais il en est que je qualifie de *métaphysiques*, parce que nous ne les connaissons que par notre esprit; exemple : *Dieu*, et tel serait l'éther pour ceux qui admettraient qu'au point de vue dynamique il n'est ni la cause de la chaleur ni celle de la lumière.

» Le *substantif métaphysique* n'existe donc pour nous que par les attributs que notre esprit, notre intelligence lui reconnaît.

» Quelle est la conclusion finale de ce qui précède?

» C'est que nous ne connaissons le *substantif propre* que par ses ATTRIBUTS, comprenant les *propriétés,* les *qualités*, les *défauts*.

» Or, vu l'impossibilité où nous sommes de séparer les *attributs* du substantif propre, de l'être qui les possède, pour les connaître, nous les isolons par la pensée les uns des autres, et c'est ainsi que nous comparons ceux d'un même nom qui existent dans des individus différents.

» A ce point de vue, les ATTRIBUTS comprenant *propriétés, qualités, défauts,* sont des *faits,* et ces faits deviennent des *abstractions* lorsque l'esprit considère chacun d'eux en particulier. Puis, en vertu de l'*analyse mentale,* il peut étudier chacun d'eux en particulier aussi bien que par la *synthèse mentale* il peut les comparer et les unir.

» L'*analyse et la synthèse mentales* ne portent donc que sur des attributs, soit qu'il s'agisse de distinguer ceux qui sont complexes, soit qu'il s'agisse d'en réunir de simples pour constituer une chose, un être imaginaire, soit au point de vue de la Philosophie, des belles-lettres pour en faire les per-

sonnages imaginaires d'un roman, d'une composition dramatique, soit que peintre ou statuaire vous reproduisiez la figure humaine.

» C'est l'*analyse et la synthèse mentales*, ainsi appliquées, qui m'ont conduit, dès que je me suis livré à cet ordre d'idées, à dire que *le fait le plus simple est le chiffre*, *parce qu'il n'exprime qu'une idée*.

» Enfin remarquons que l'*analyse et la synthèse mentales*, maniées par la Mathématique pure, s'élèvent aux conceptions transcendantes de l'esprit humain, et que les *signes* dont elle use ont les *mêmes significations* pour tous ceux qui savent en parler le langage.

» Combien l'*analyse et la synthèse* CHIMIQUES diffèrent de l'*analyse et la synthèse* MENTALES! Les premières agissent, non plus sur des attributs de choses matérielles que la pensée seule peut séparer ou unir avec d'autres, et qui ainsi séparées sont de *véritables abstractions*, mais elles agissent sur des substantifs propres, parfaitement définis par l'ensemble de leurs propriétés, lesquels substantifs portent chacun un nom spécial qui en constitue une *espèce chimique*. On la dit *simple* quand on ne peut en séparer plusieurs sortes de matières, on la dit *complexe* dans le cas contraire.

» L'analyse chimique sépare donc des *substantifs propres* qui sont unis ensemble par l'affinité chimique. Pour savoir si l'analyse est exacte, elle recourt à la balance; si elle l'est, la balance en donne la preuve en indiquant que la somme des poids des corps isolés est égale au poids du composé analysé.

» L'analyse, en outre, sera contrôlée par la synthèse, si, en prenant des poids égaux des corps séparés par l'analyse, on reproduit par la synthèse un composé semblable à celui qui a été analysé.

» Passons à l'*Alchimie*: son origine est étrangère à la science, à la recherche de la vérité, à l'amour de la vérité. Née de l'amour de l'homme pour la richesse vénale, de son amour pour l'or ou pour l'argent, l'Alchimie a dit : je change par mon art les métaux communs en or ou en argent, les pierres communes en pierres précieuses. Les écrits alchimiques les plus anciens et des plus remarquables sont de Geber, qui vécut probablement au IXe siècle.

» Ce ne fut guère que quatre siècles après lui que l'Alchimie fut pratiquée dans la vue de parer aux infirmités, aux maladies de l'homme au moyen de préparations appelées *quinte-essences*, *élixirs*, *arcanes*, *panacées*, etc.

» L'Alchimie présente-t-elle quelque chose de scientifique, c'est-à-dire peut-on en démontrer la vérité? Non! réponse qui ne signifie pas que les alchimistes n'aient rien découvert de nouveau.

» Quelle était la base de l'Alchimie?

» L'idée de la *fermentation panaire*.

» De la farine de froment réduite en pâte au moyen de l'eau abandonnée plusieurs jours à elle-même s'échauffe, se boursoufle en un mot, *lève*, et la pâte, ainsi levée et chauffée, donne du pain levé, présentant à l'intérieur des interstices appelés *yeux*, tandis que, si la pâte récente eût été chauffée, on aurait obtenu le *pain azyme*, tout à fait compacte.

» Que signifie le pain *azyme?* Du pain préparé *sans levain*. Et qu'est-ce que ce levain (ζύμη)? C'est de la pâte levée, fermentée et appelée *ferment*, parce qu'on avait reconnu qu'en la disséminant dans de la farine, qu'on malaxait avec de l'eau, le mélange levait dans un lieu convenablement chaud, quelques heures après sa préparation.

» Revenons aux alchimistes fixant leur attention sur ces phénomènes; ils s'étaient dit : le *levain* ayant la propriété de changer la pâte de froment en sa propre substance, prenons des matières convenables, préparons un *ferment* que nous appellerons *pierre philosophale*, et qui, à l'instar du *levain de pâte, changera les métaux imparfaits en or et en argent*, idée tout à fait conforme à ce qu'on lit dans une prétendue lettre d'Isis à son fils Horus : — Rappelle-toi, dit-elle, que l'homme engendre un homme, que le lion engendre un lion et le chien un chien, *c'est ainsi que l'or produit de l'or*.

» Qu'étaient les métaux pour les alchimistes?

» Ils les considéraient comme immédiatement formés de trois principes : le *soufre*, le *mercure* et l'*arsenic* ou le *sel*. Geber admit l'*arsenic*, mais au XVIe siècle, d'après les travaux de Isaac le Hollandais et les écrits attribués à Basile Valentin, le *sel* fut admis à l'exclusion de l'arsenic.

» Tous les métaux étaient donc formés immédiatement de *soufre*, de *mercure* et de *sel*, en des proportions diverses, et chacun de ces trois principes se composait lui-même des quatre éléments : la *terre*, l'*eau*, l'*air* et le *feu*.

» Cette doctrine fut généralement celle des alchimistes jusqu'au XVIIe siècle, où l'alchimiste *Becher* combattit l'existence des *quatre éléments* et l'opinion que les métaux étaient formés de *soufre*, de *mercure* et de *sel*. Il fut donc l'auteur d'une *Nouvelle Alchimie*, en conservant toujours la base de l'art, le *principe de la fermentation*.

» Justifions par des citations textuelles que les alchimistes, jusqu'à Be-

cher, ne croyant pas *explicitement* à la puissance de l'*analyse chimique*, ni *implicitement* à la puissance de la *synthèse chimique*, n'ont fait en réalité que de l'*analyse et de la synthèse mentales* sous l'influence de l'*a priori* le plus absolu.

» IX[e] *siècle*. — GEBER, après avoir parlé des trois principes des métaux, le *soufre*, l'*arsenic*, le *mercure* qui, selon lui, formés *chacun* des quatre éléments : *terre*, *eau*, *air* et *feu*, s'énonce en ces termes :

« Ces principes (soufre, arsenic, mercure) ont, néanmoins, en général, cela de commun entre eux, que chacun d'eux est d'une composition très-forte et d'une substance qui est uniforme et homogène; parce que, dans leur composition, les plus petites parties de la *terre* sont tellement unies avec les moindres parties de l'*air*, de l'*eau* et du FEU, que nulle d'entre elles ne peut être séparée d'aucune des autres dans la résolution qui se fait de tout le composé (¹). »

» Évidemment on ne peut *explicitement*, par l'analyse, séparer les quatre éléments du soufre, de l'arsenic et du mercure, ni *implicitement*, par la *synthèse* des quatre éléments, reproduire ces trois corps; car s'il eût été possible de le faire, Geber l'aurait dit.

» XV[e] *siècle*. — BERNARD, comte de la Marche Trévisane, dans un long passage, expose très-bien ses raisons pour admettre que le *mercure* et le *soufre* doivent être les principes prochains, immédiats, des métaux, et que chacun des deux est formé des quatre éléments (²).

» XVII[e] *et* XVIII[e] *siècle*. — COLONNA vivait sous Louis XIV et Louis XV; par son nom et par ses connaissances de lettré, il était une autorité en Alchimie. Dans un long passage d'un de ses ouvrages (³), dont je ne citerai, dans cet extrait, que le commencement et la fin, il s'explique de la manière la plus catégorique sur la substitution de l'*analyse et de la synthèse mentales* à l'*analyse et à la synthèse chimiques*, et justifie parfaitement ce que j'ai dit de l'*Alchimie*, où les corps ne sont plus considérés qu'au point de vue d'une propriété à laquelle on attache la plus grande importance :

« Après l'éther, dit Colonna, viennent les *quatre éléments corporels*, ou pour mieux dire leurs qualités, c'est-à-dire le *chaud*, le *froid*, le *sec* et l'*humide*. L'*École explique* fort bien, à mon avis, ce point de doctrine, disant que *nous ne connaissons point d'élément simple et*

(¹) *Bibliothèque des Philosophes chimiques*, t. I, p. 147, nouvelle édition, 1741.
(²) *Ibid.*, t. II, p. 351-357.
(³) *Des Principes de la nature suivant les opinions des anciens philosophes*, t. II, p. 125-126, édit. de 1725.

pur; mais ceux qui s'offrent à nos sens, ce n'est toujours qu'un *mélange de toutes les qualités* ou *corps élémentaires...* »

» (Citation du *feu* et de l'*eau*, à ce point de vue).

« ... *Il en faut dire autant des deux autres éléments* sensibles, et faire abstraction des qualités des autres qualités qui sont mêlées avec eux, et *considérer* les simples qualités principales comme celles qui prédominent dans les éléments sensibles qui sont leurs productions. »

» Ces paroles sont claires; les propriétés, dont ils ne savent que faire, ils n'en tiennent pas compte, et dès lors ils admettent implicitement qu'elles sont absolument passives. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une des causes de la coloration en rouge des feuilles du* Cissus quinquefolia ; par M. E. CHEVREUL.

« J'ai reconnu, le 14 d'octobre, que la lumière du soleil est une des causes qui concourent au développement de la couleur rouge des feuilles du *Cissus quinquefolia* (*vigne vierge*), aux dépens de la *chlorophylle;* car celle-ci peut conserver toute l'intensité de sa couleur verte dans la partie des feuilles qui se trouve préservée de la lumière du soleil par d'autres feuilles qui les recouvrent. M. Dumas témoignera du fait par les exemples que je lui ai mis sous les yeux lundi dernier, lendemain de mon observation.

» Je m'abstiens, dans ce moment, de tout développement, par la raison que l'observation précédente est une occasion d'exposer la manière dont je conçois l'application de l'*analyse et de la synthèse mentales* à des recherches de Chimie exigeant postérieurement l'application de l'*analyse et de la synthèse chimiques.* »

BOTANIQUE. — *De l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les bourgeons de quelques Légumineuses;* par M. A. TRÉCUL.

« Quelques Légumineuses m'ont donné des résultats non moins intéressants que ceux que j'ai déjà décrits. Les unes appartiennent au type de *formation basipète* des feuilles : ce sont des *Lupinus;* les autres au type *basifuge :* ce sont l'*Astragalus vimineus* et le *Galega officinalis*. Ces plantes ont les feuilles attachées à la tige par trois faisceaux, et de ceux-ci c'est d'ordinaire le médian qui apparaît d'abord; les deux latéraux ne se montrent qu'ensuite.

» LUPINUS. — Chez les diverses espèces étudiées, le premier vaisseau ne commence pas au même endroit : 1° dans les unes je l'ai trouvé débutant dans la partie libre de l'axe ou dans la partie adhérente du bourgeon axillaire, plus ou moins loin de la base de la feuille à laquelle il doit appartenir (*L. albus, varius, nanus, pubescens*) [1]; 2° dans les autres espèces, j'ai vu le premier vaisseau de la nervure médiane commencer tantôt dans le pétiole, tantôt dans l'axe libre ou adhérent (*L. mutabilis, Hartwegii, arboreus, hirsutus, succulentus*).

» Dans le *Lupinus hirsutus* je ne l'ai trouvé que peu de fois naissant dans le pétiole; le plus souvent il commençait dans l'axe libre ou à la limite de l'adhérence du bourgeon axillaire. La variation est plus fréquente dans le *L. mutabilis*, où j'ai observé un assez grand nombre de fois cette apparition du premier vaisseau ou dans l'axe ou dans le pétiole.

» A part ce lieu d'origine différent, les autres phénomènes généraux sont à peu près les mêmes dans les espèces citées. J'ai souvent surpris tout à fait à son début, réduit à quelques cellules (à 4, 3, 2 et même assez fréquemment à une seule), le premier vaisseau, soit de la nervure médiane, soit des deux faisceaux latéraux basilaires.

» Que ce vaisseau de la nervure médiane commence dans le pétiole ou dans l'axe, il s'allonge ensuite par en haut et par en bas. On le trouve souvent représenté par deux fragments séparés, un dans l'axe, l'autre dans le pétiole ; ils s'unissent plus tard. Très-souvent un seul vaisseau est étendu de la base de l'axe libre au sommet du pétiole ; parfois même ce vaisseau simple s'avance déjà dans la partie adhérente de l'axe, et peut descendre à deux et trois millimètres au-dessous de la base libre du bourgeon avant de se ramifier dans les folioles (*L. albus, nanus*). Il arrive même, quand le vaisseau primordial commence dans l'axe, qu'il peut s'étendre assez loin par en bas, avant de monter dans le pétiole de la feuille placée au-dessus. Le *Lupinus nanus* m'a donné un cas curieux de cette nature. Sous la deuxième feuille d'un bourgeon, haute de $0^{mm},30$, et qui ne contenait pas de vaisseau, il y avait, tout à la base de l'axe libre, un très-court fragment de vaisseau (d'environ $0^{mm},06$), et à $0^{mm},06$ plus bas, dans son prolongement à l'intérieur de l'axe adhérent, était un autre fragment de vaisseau long de $2^{mm},50$, qui descendait parallèlement au faisceau médian de la

---

[1] Je ne prétends pas qu'il en soit toujours ainsi dans ces plantes ; je veux dire seulement que telles ont été mes observations.

feuille axillante, et, à $0^{mm},50$ plus bas encore, était un troisième fragment long de $0^{mm},70$; de sorte que, au-dessous d'une feuille de $0^{mm},30$ de hauteur, dépourvue de production vasculaire, il y avait déjà dans l'axe une ébauche de vaisseau sur une longueur de $3^{mm},82$.

» Sous une feuille du *Lupinus Hartwegii*, haute de $0^{mm},67$, qui ne contenait pas non plus de vaisseau, il en existait un qui montait de $0^{mm},15$ dans l'axe libre, et qui descendait de $0^{mm},45$ dans l'axe adhérent. Le *L. varius* m'a fréquemment donné des cas où le vaisseau médian, né dans l'axe, se prolongeait simple à la fois par en bas plus ou moins loin dans l'axe adhérent, et par en haut jusqu'au sommet du pétiole et même dans la foliole supérieure. Mais, dans quelques espèces, il est assez fréquent que le vaisseau médian, qu'il sera mieux d'appeler *médian dorsal*, à cause de la constitution du pétiole, que j'indiquerai tout à l'heure, envoie des ramifications dans les nervures médianes des folioles les plus âgées, avant de descendre au-dessous de l'axe libre. Quand il s'est ainsi ramifié dans les folioles, il s'allonge par en bas dans la tige mère, et y descend plus ou moins loin avant de s'unir à un faisceau voisin. Il est vrai que souvent il est déjà doublé de quelques vaisseaux dans sa partie la plus âgée. J'ai noté, entre autres, un tel fascicule du *Lupinus nanus* s'alliant au médian de la feuille axillante à $3^{mm},45$ au-dessous de la base libre du bourgeon; un autre d'une très-jeune plante de *L. hirsutus* s'unissant à un latéral de la feuille axillante au bas du mérithalle précédent, à un peu plus de $10^{mm},00$ au-dessous de la feuille à laquelle il appartenait, et il est bon de le remarquer, cette feuille n'avait que $1^{mm},65$ de hauteur. Le faisceau de la deuxième feuille du même bourgeon descendait aussi à près de $10^{mm},00$ de son point de départ, mais il était encore libre par son extrémité inférieure. Enfin, les nervures médianes des deux premières feuilles, hautes d'environ $2^{mm},85$, d'un bourgeon de *Lupinus mutabilis*, formées de quelques vaisseaux dans leur partie la plus âgée, et d'une série simple de cellules vasculaires dans la plus grande partie de leur longueur, descendaient jusqu'à $22^{mm},80$, où elles s'unissaient, exactement à la même hauteur, chacune à un faisceau voisin.

» Nous avons vu que les premiers vaisseaux des nervures médianes des folioles partent ordinairement du sommet du premier vaisseau pétiolaire, qui là se double auparavant de quelques cellules vasculaires. Dans quelques cas, cependant, plus souvent à l'intérieur des folioles antérieures que des dorsales, j'ai vu le premier vaisseau des nervures médianes com-

mencer loin de leur insertion, quelquefois par deux fragments, et se mettre plus tard seulement en rapport avec les vaisseaux du sommet du pétiole (*L. hirsutus, mutabilis, nanus*).

» Après que le premier vaisseau ou fascicule vasculaire est monté dans le pétiole, qu'il se soit ou non déjà ramifié dans les folioles, et qu'il est descendu dans l'axe, et même parfois étendu par en bas plus ou moins loin parallèlement au faisceau axillant, il est produit vers le bas de l'axe libre, ou dans la partie adhérente de l'axe, ou plus haut sous la stipule (*L. nanus, varius*), à petite distance du médian et de chaque côté de lui, un vaisseau simple ou un fascicule d'abord court, qui descend parallèlement à ce médian, ou qui un peu plus bas s'unit à lui par son extrémité inférieure. Il débute aussi parfois par deux ou trois fragments.

» Ce vaisseau ou fascicule latéral ne monte qu'exceptionnellement jusqu'en haut du pétiole; ordinairement il s'arrête un peu au-dessus de la base de celui-ci, où il finit en s'alliant avec le faisceau médian. Après avoir opéré cette jonction par son extrémité supérieure, ou assez souvent, dans quelques plantes, avant de l'avoir effectuée (*L. nanus*, etc.), il reçoit le vaisseau médian de la stipule correspondante, lequel est primitivement libre à l'intérieur de celle-ci (*L. mutabilis, albus, nanus, hirsutus*). C'est pour cela que je crois devoir appeler ce faisceau basilaire *faisceau latéral substipulaire*, ou simplement *faisceau substipulaire*. Il y en a, ai-je dit, un de chaque côté.

» Par en bas on trouve souvent que l'un de ces deux latéraux basilaires s'insère sur le médian à petite distance au-dessous de l'axe libre du bourgeon (*L. albus, Hartwegii, nanus*), tandis que l'autre reste libre et quelquefois se bifurque en descendant (*L. mutabilis*), ce que fait aussi le médian dans quelques cas.

» Le *Lupinus nanus* m'a offert une fois une disposition exceptionnelle, consistant en ce que l'un des faisceaux substipulaires d'une feuille allait s'insérer sur l'un des substipulaires d'une feuille voisine.

» J'ai dit que le vaisseau ou le fascicule substipulaire ne monte qu'exceptionnellement dans la partie supérieure du pétiole: alors il va s'unir à la base du médian d'une foliole latérale ou de deux en se divisant; mais, dans les cas ordinaires, où son extrémité supérieure rejoint le médian primaire de la feuille dans la partie inférieure du pétiole, il émet dans cette région une branche qui monte dans le côté correspondant du pétiole, et va se réunir aussi au faisceau d'insertion d'une ou de deux folioles; mais fréquemment, pendant que cette branche vasculaire monte, on en voit une qui,

partant de la base des folioles latérales du même côté, descend vers elle et la rejoint plus tard. Comme cela s'opère sur les deux côtés du pétiole, celui-ci possède alors deux faisceaux latéraux, mais il peut s'en développer d'autres ultérieurement. En effet, ce premier latéral d'un côté donné peut se bifurquer à son tour dans sa partie inférieure, et la branche qu'il donne va aussi au-devant d'une autre branche qui descend du sommet du pétiole. Ce n'est pas tout. Le vaisseau ou fascicule rudimentaire qui est descendu de chaque stipule peut se ramifier également. Il part de sa partie inférieure une branche qui le relie à la partie supérieure du latéral précédent ou à l'insertion des faisceaux des folioles. J'ai aussi trouvé ce faisceau latéral secondaire en voie de se ramifier. Dans un cas le nouveau rameau était composé de trois fragments : l'inférieur formait une fourche sur le précédent; le fragment supérieur s'insérait par en haut sur la base d'un faisceau foliolaire; le fragment moyen était libre entre les deux autres. C'est par de telles multiplications successives des faisceaux que le pétiole âgé du *Lupinus mutabilis* se trouve avoir une zone circulaire de faisceaux de grosseur variable, tous orientés vers le centre de l'organe. C'est surtout de ce *Lupinus mutabilis* que j'ai obtenu ces divers exemples de la ramification des faisceaux latéraux du pétiole.

» Dans la feuille adulte ces divers faisceaux sont reliés entre eux au sommet du pétiole, et y forment au-dessus de la région centrale un lacis souvent en forme de croissant, avec la convexité en arrière, duquel divergent les faisceaux des folioles (*Lupinus mutabilis, luteus, hirsutus, albus*, etc.). Ce lacis terminal du pétiole existe même dans les feuilles où cet organe reste avec trois faisceaux, le médian et les deux latéraux.

» Quand les nervures médianes des folioles ont été produites, comme il a été dit plus haut, soit par des rameaux vasculaires montant du sommet du pétiole, soit par des cellules vasculaires commençant dans la foliole même, et se mettant ensuite en rapport avec les vaisseaux pétiolaires, ces nervures médianes se renflent au sommet en une sorte de massue vasculaire plus ou moins prononcée. Ce n'est ordinairement qu'après que ce renflement terminal s'est manifesté que l'on voit naître les premières nervures latérales pinnées. J'ai toujours vu celles-ci apparaître d'abord dans la moitié supérieure ou dans le tiers supérieur de la foliole. Il ne s'en développe que plus tard dans la moitié inférieure, et c'est la base qui en est la dernière pourvue (*Lupinus mutabilis, hirsutus, albus, luteus, succulentus*). Ces premières nervures latérales s'unissent entre elles, à quelque distance du bord de la lame, par des branches terminales divergentes Elles reçoivent ensuite des rameaux

d'ordre inférieur, qui complètent le réseau vasculaire. J'ai quelquefois trouvé ce réseau déjà assez compliqué dans la partie supérieure de la foliole, avant que les latérales principales soient nées dans la partie inférieure. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Modifications apportées aux conditions de maxima des électro-aimants par l'état de saturation magnétique plus ou moins complet de leur noyau magnétique* [1]; par M. **Th. du Moncel.**

« Les conditions de maxima des électro-aimants, que j'ai discutées dans mes précédentes Communications, avaient été déduites de formules dans lesquelles on supposait que les forces attractives étaient proportionnelles aux carrés des intensités des courants, aux carrés des nombres de tours de spires des hélices magnétisantes, au diamètre des noyaux de fer et aux racines carrées de leur longueur. Mais ces lois sont-elles applicables à tous les degrés d'aimantation des électro-aimants? Il était permis d'en douter. On a déjà vu que, pour les lois des diamètres et des longueurs des noyaux magnétiques, cette cause intervenait d'une manière énergique et ne laissait subsister les lois admises qu'entre certaines limites; il en est de même de la loi qui représente les forces électromagnétiques comme proportionnelles aux carrés des intensités du courant. Déjà, depuis longtemps, MM. Joule, de Haldat, Müller et Robinson, avaient reconnu qu'au commencement de l'action d'un courant, et alors que l'état magnétique du fer est encore éloigné du point de saturation maxima, *la force attractive, au lieu de croître*

---

(1) Voir mes précédentes Communications sur les maxima électromagnétiques (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 377, 466, 481, 497 et 652). Je devrai toutefois faire remarquer qu'une faute d'impression s'est glissée à la p. 658, au commencement du dernier alinéa de ma Note. On a imprimé : 4° *pour une force électromotrice donnée*, etc., tandis qu'on doit lire : 4° *pour une force électromagnétique donnée*, etc. Cette déduction, pour être comprise, exige que l'on se reporte à l'expression mathématique de la force électromagnétique, quand l'électro-aimant est placé dans toutes ses conditions de maximum. Cette expression étant $I^2 t^2 c^{\frac{3}{2}}$ peut être convertie successivement, au moyen des relations $c = \frac{E}{\sqrt{R}} 0,173$, $I^2 = \frac{E^2}{4R^2}$, en $\frac{E^{\frac{9}{2}}}{f^2 R^{\frac{9}{4}}} \cdot 2228$; d'où il résulte que, pour une même force attractive, on arrive au rapport

$$\frac{E^{\frac{9}{2}}}{E'^{\frac{9}{2}}} = \frac{R^{\frac{9}{4}}}{R'^{\frac{9}{4}}} \quad \text{ou} \quad \frac{E}{E'} = \frac{\sqrt{R}}{\sqrt{R'}}.$$

comme le carré de l'intensité du courant, augmente dans un rapport beaucoup plus rapide, qui peut dépasser la troisième et même la quatrième puissance de cette intensité; mais ils avaient également constaté qu'à mesure que la force électromagnétique se développe, *ce rapport diminue rapidement jusqu'au point de saturation, pour rester quelques instants stationnaire à cette limite, et diminuer ensuite, bien au delà du point de saturation, jusqu'à devenir celui de la simple proportionnalité des forces à l'intensité du courant.*

» S'il en est ainsi de la force magnétique à mesure qu'elle se développe, il doit en être de même quand cette force, pouvant être complétement développée, se trouve produite par des noyaux de fer, dont les dimensions comportent, pour une intensité électrique donnée, un degré de saturation magnétique différent, et l'on pourra juger, par les résultats des expériences citées dans ma précédente Communication, de la vérité de cette déduction. En effet, si l'on prend les rapports des forces de chacun des trois électro-aimants dont il a été question, lorsqu'ils sont animés par une source électrique de différente intensité, *on trouve qu'il est, pour chacun d'eux, une intensité pour laquelle la force croît comme le carré de cette intensité et au delà ou en deçà de laquelle elle croît dans un rapport moins ou plus rapide. On remarque également que cette intensité limite varie suivant les dimensions de l'électro-aimant.*

» Ainsi, en faisant de ces rapports le tableau qui suit, on reconnaît : 1° que c'est l'électro-aimant B qui satisfait le mieux à la loi des carrés des intensités électriques; 2° que l'électro-aimant le plus gros C fournit un rapport plus rapide; 3° que l'électro-aimant du plus petit diamètre A fournit un rapport plus faible; 4° que le rapport des forces, pour les trois électro-aimants, est d'autant plus rapide comparativement à ce qu'il devrait être, d'après la loi de la proportionnalité aux carrés des intensités électriques, que ces intensités sont plus affaiblies, soit que cet affaiblissement résulte de la diminution du nombre des éléments de la pile, soit qu'il résulte de l'accroissement de la résistance du circuit. Il est certain que ces rapports, malgré leur plus grande valeur, se rapprochent plus de ceux qui correspondent aux carrés des intensités du courant que de ceux qui résulteraient d'une proportionnalité aux cubes de ces intensités, et qui auraient, par exemple, pour valeur entre la première et la dernière expérience de la première série 85,600, au lieu de 19,423; mais on remarquera que les trois électro-aimants ont un diamètre assez rapproché, et se trouvent à peu de chose près dans les mêmes conditions de saturation, et que les forces ont été mesurées au moment de leur aimantation maximum.

» Il est évident qu'il n'en aurait pas été de même avec des électro-aimants d'un diamètre plus différent ou si les forces avaient pu être mesurées instantanément, au moment de la magnétisation et pendant une fermeture de courant très-courte. Dans ce cas on aurait pu trouver un rapport peut-être même plus élevé que celui de 85,600 que nous venons de donner. C'est, du reste, sur ce principe qu'est basée l'action des électro-aimants paresseux, employés dans certains télégraphes imprimeurs, et qui ne sont paresseux que parce que, leur masse étant relativement grande, ils mettent un certain temps à s'aimanter. Voici, du reste, le tableau des rapports auquel j'ai fait allusion précédemment :

Pile.	Rapports des carrés des intensités des courants.	Rapports des forces de l'électro-aimant A de $0^m,098$.	Rapports des forces de l'électro-aimant B de $0^m,077$.	Rapports des forces de l'électro-aimant C de $0^m,059$.
4 éléments.	1,576	1,49	1,54	1,61
	1,797	1,68	1,75	1,86
	3,429	3,082	3,30	3,70
	7,309	6,25	7,13	8,00
	12,640	10,71	13,00	15,00
	19,423	16,07	20,09	24,00
3 éléments.	1,645	1,55	1,60	1,70
	1,896	1.78	1,86	1,97
	3,773	3,38	3,77	4,05
	8,323	7,35	8,52	9,44
	14,650	13,00	16,20	17,00
	22,753	21,12	27,00	28,33
2 éléments.	1,733	1,66	1,73	1,76
	2,022	1,92	2,04	2,09
	4,222	3,84	4,50	4,50
	9,670	9.09	11,25	11,25
	17,343	16,66	22,50	22,50
	27,242	25,00	45,00	45,00
1 élément.	1,847	1,84	1,93	2,00
	2,187	2,19	2,42	2,55
	4,829	5,00	4,83	5,60
	11,527	17,50	14,50	28,00
	21,094	35,00	29,00	»
	33,529	»	»	»

» On peut déduire des résultats numériques qui précèdent que la loi de la proportionnalité des forces attractives aux carrés des intensités du courant *n'est vraie qu'entre certaines limites* et dans certaines conditions, et que les électro-aimants à travers lesquels le courant se trouve interrompu à

des intervalles de temps très-rapprochés y échappent plus ou moins. Or, comme ce cas est celui pour lequel la question des conditions de bon établissement de l'hélice magnétisante est la plus intéressante à résoudre, il m'a paru opportun de l'étudier de nouveau à ce point de vue, non pas pour établir des conditions de maximum bien déterminées, mais pour reconnaître dans quel sens on doit modifier, suivant les cas, celles qui ont été déjà déduites.

» J'ai déjà traité en partie cette question dans une Note envoyée à l'Académie dans sa séance du 18 octobre 1869; mais, comme je partais alors de formules incomplètes, j'ai dû la réétudier de nouveau en 1870, et j'ai donné mes conclusions dans ma brochure *Sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants* (p. 18), ouvrage publié en 1871; toutefois, ce travail n'étant pas tout à fait complet, j'ai cru devoir le terminer dans la Note que j'envoie aujourd'hui à l'Académie.

» La question à élucider était celle-ci :

» Quand la force électromagnétique croît dans un rapport plus grand que celui des carrés des intensités du courant, par exemple comme le cube de cette intensité, *la résistance de l'hélice magnétisante doit-elle être plus grande ou plus faible que celle du circuit extérieur ?*

» Pour résoudre cette question, il ne s'agit que de changer, dans la formule donnant la valeur de la force électromagnétique, les exposants des quantités en rapport avec cette intensité, en un mot *transformer* I^2 *en* I^3. On obtient alors

$$A = \frac{g^8 E^3 a^2 b^2}{[qRg^4 + f^2\pi ba(a+c)]^3} \quad \text{ou} \quad A = \frac{g^2 E^3 a^2 b^2}{[g^2 R + \pi ba(a+c)]^3},$$

si l'on fait varier a au lieu de g.

» Dans le premier cas, la dérivée de l'expression s'annule pour

$$8f^2\pi ba(a+c) = 4qRg^4,$$

ce qui donne pour conditions de maximum

$$\frac{\pi ba(a+c)}{g^2} = \frac{qRg^2}{2f^2} \quad \text{ou} \quad H = \frac{R}{2}.$$

» Dans le second cas, ces conditions de maximum répondent à l'équation

$$R = \frac{\pi ba\left(2a + \frac{c}{2}\right)}{g^2},$$

et ces deux équations montrent que, dans le cas de la proportionnalité des

forces aux cubes des intensités électriques, *les hélices doivent toujours être moins résistantes que le circuit extérieur, de moitié dans le cas où* g *est pris pour variable, et dans le rapport de* $2a + \frac{c}{2}$ *à* $a + c$ *dans le cas où la variable est* a. On peut donc conclure que, sur les circuits où les interruptions du courant sont multipliées, la résistance des électro-aimants *doit être d'autant moins grande que les fermetures du courant sont de plus courte durée*, et c'est pour cette raison, aussi bien que par suite du défaut d'isolation des lignes télégraphiques et du développement des extra-courants (¹), que M. Hughes d'abord, et les électriciens des administrations télégraphiques ensuite, ont réduit considérablement la résistance des électro-aimants appliqués sur les longs circuits. Sur une ligne de 500 kilomètres, M. Hughes a reconnu que les électro-aimants de son télégraphe ne devaient pas avoir une résistance supérieure à 120 kilomètres de fil télégraphique, et M. Lenoir, lors des essais de son télégraphe autographique sur la ligne de Bordeaux à Paris, s'est trouvé conduit à employer des électro-aimants près de trois fois moins résistants. Il faut se rappeler que l'intervention de la couverture isolante du fil de l'hélice contribue aussi à faire diminuer la résistance des hélices magnétisantes.

» Il était également intéressant de savoir dans quel sens la résistance d'un électro-aimant devait être modifiée, dans le cas où, le point de saturation du noyau magnétique étant dépassé, les forces croissent moins rapidement que les carrés des intensités du courant. Si l'on suppose que cette croissance s'effectue simplement dans un rapport proportionnel aux intensités du courant, on reconnaît qu'il n'y a pas de maximum, et dès lors on peut augmenter avantageusement la résistance des électro-aimants au delà des limites qui ont été assignées.

» Si l'on recherche maintenant en quoi les conditions de maximum relatives à l'épaisseur de l'hélice magnétisante peuvent être modifiées par suite du défaut de saturation du noyau magnétique, on reconnaît qu'on peut alors augmenter cette épaisseur, laquelle pourrait, avec avantage, devenir double du diamètre de ce noyau, si la force croissait comme le cube des intensités du courant. Les conditions de maximum de la formule

$$\frac{E^3 t^2 c}{\left[\frac{2\pi ba(a+c)}{g^2}\right]^3}$$

(¹) *Voir* mes *Recherches sur les meilleures conditions de construction des électro-aimants*, p. 54.

donnent, en effet, pour conditions de maximum, en prenant c pour variable, $a = 2c$. En revanche, il n'y a plus de maximum possible si l'on considère le cas où les forces sont simplement proportionnelles aux intensités du courant. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Préparations de sulfure de carbone amené à l'état solide au moyen de la gélatine.* Extrait d'une Lettre de M. C. **Cassius** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie des échantillons de sulfure de carbone artificiellement solidifié.

» Les flacons étiquetés nº 1, 2 et 3 contiennent respectivement 25, 50 et 75 pour 100 de sulfure de carbone.

» Voici quel est le procédé que j'emploie pour obtenir ce résultat :

» Je fais dissoudre, dans 1000 grammes d'eau, 100 grammes de gélatine, colle de peau ou d'os, peu importe la nature de la gélatine, et je mélange, selon les proportions indiquées ci-dessus, le sulfure de carbone à cette solution. Le mélange est fait à une température de 15 à 20 degrés; j'agite vivement, je laisse ensuite refroidir. Le sulfure de carbone absorbé par la gélatine me donne les produits que je dépose sur le bureau de l'Académie. Je les conserve dans l'eau pour empêcher l'évaporation.

» Je crois que cette préparation peut être utilisée par la viticulture, dans le traitement des vignes phylloxérées. Le sulfure de carbone se dégage lentement, dans un temps qui varie selon la proportion du sulfure absorbé. »

M. J. **Duplessis** adresse une rectification à sa Communication précédente, sur l'apparition du Phylloxera dans le Loir-et-Cher :

« A Vendôme, c'est M. Gérard, agriculteur près de Montoire, qui, le premier, a montré l'insecte sur les vignes malades, à 2 ou 3 kilomètres de la ville. Quelques jours plus tard, et à 25 kilomètres plus loin, la même constatation a été faite par M. Boitel, inspecteur général de l'Agriculture. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. L. **Possoz**, A. **Biardot** et P. **Lecuyer** adressent un complément à

leur précédente Communication sur un procédé pour la conservation des végétaux.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Pasteur, Berthelot.)

M. A. Fournier adresse un Mémoire relatif à l'équation du troisième degré.

(Renvoi à l'examen de M. Hermite.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le tome XIV du Journal publié par le Lycée Demidow, transmis à l'Académie par l'Ambassade impériale de Russie;

2° Un Ouvrage de M. *J. Ericsson*, portant pour titre : « Contributions to the centennal Exhibition ». New-York; 1876.

M. Félix Élie de Beaumont adresse à l'Académie, en son nom et au nom de la Société linnéenne de Normandie, une photographie de la statue élevée, sur l'une des places de Caen, à notre illustre confrère et Secrétaire perpétuel *Élie de Beaumont*, son oncle.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Expériences relatives à la formation de l'outremer artificiel;* par M. J.-F. Plicque.

« La plupart des hypothèses qui ont été faites sur la constitution chimique de l'outremer reposent sur des analyses exécutées avec différents produits obtenus dans l'industrie. La composition centésimale des matières réagissantes est toujours rigoureusement déterminée; mais comme, pendant cette fabrication, une partie seulement des composants sert à produire l'outremer, tandis que l'autre donne des produits solubles, éliminés ultérieurement par le lavage; comme, d'un autre côté, les proportions de silice et d'alumine peuvent varier dans les mélanges sans que la couleur bleue soit sensiblement altérée, les facteurs qui dérivent de l'analyse sont tellement complexes, qu'il devient très-difficile d'en déduire une formule rationnelle.

» J'ai essayé de réaliser la synthèse de l'outremer par une méthode de

laboratoire qui me plaçait dans des conditions bien différentes de la méthode industrielle, et me permettait d'employer à la formation du bleu des matières (silice, alumine, soude et soufre) chimiquement pures.

» En cherchant dans quel rapport la silice, l'alumine et la soude peuvent se combiner, je remarquai que le silico-aluminate de soude insoluble, obtenu par M. H. Sainte-Claire Deville et étudié depuis par M. H. Le Chatelier ([1]), présentait les mêmes proportions de silice et d'alumine que les mélanges employés dans certaines usines pour produire l'outremer bleu.

» Ce silico-aluminate de soude contient 44,6 de silice, 26,4 d'alumine, 16,3 de soude et 12,7 d'eau. Les rapports de l'oxygène sont 6, 3, 1, 3. En le chauffant pendant trente heures au moufle avec 25 pour 100 de soufre et 2 pour 100 de résine, on obtient un outremer bleu d'une nuance parfaite; mais, désirant examiner les différentes réactions qui se produisent, j'ai opéré de la manière suivante :

» Le silicate de soude, préparé avec des produits purs, et l'aluminate de soude, également pur, étaient mélangés en solutions équivalentes; le produit que j'obtenais, après avoir recueilli le précipité sur un filtre et l'avoir desséché rapidement à 110 degrés, contenait toujours un excès de soude. Ce composé présentait la composition suivante :

Silice	31,105	31,150
Alumine	18,402	18,410
Soude	29,367	29,359
Eau	20,750	20,749
	99,624	99,668

» On peut remarquer que les proportions de silice et d'alumine correspondent sensiblement à celles du silico-aluminate de soude de M. Henri Sainte-Claire Deville.

» La matière que j'ai employée pour mes expériences renfermait donc 60,86 pour 100 de silico-aluminate de soude dans lequel les rapports de l'oxygène sont 6, 3, 1. Ce composé contenait de plus 18,01 de soude et 20,75 d'eau.

» J'ai fait réagir sur cette molécule ($3\,SiO^2, Al^2O^3, NaO$) l'hydrogène sulfuré et l'acide sulfureux à la température du rouge sombre, environ 750 degrés; j'ai remplacé aussi l'hydrogène sulfuré par le sulfure de carbone et, en opérant pendant plusieurs jours, je pensais obtenir l'outremer

([1]) *Comptes rendus*, 1874, t. LXXVIII, p. 1046.

cristallisé, signalé à l'Exposition de Vienne par MM. G. Grunzweig et R. Hoffmann.

» 100 de ce silico-aluminate de soude, chauffés pendant quatre-vingt-dix heures dans la vapeur de sulfure de carbone, m'ont donné 96,840 d'un produit sulfuré, blanc, légèrement jaune, qui, exposé à l'air humide, absorbait l'oxygène avec rapidité en devenant bleuâtre; il se dégageait en même temps de l'hydrogène sulfuré. Ces 96,840, chauffés pendant dix heures dans l'acide sulfureux, jusqu'à ce que le poids fût constant, m'ont donné 107,6 de bleu d'outremer.

» L'acide sulfureux était absorbé en très-grande quantité, et il s'est dégagé, pendant cette seconde phase des opérations, une très-forte proportion de soufre qui s'est déposé dans les parties froides du tube de porcelaine. Le bleu, ainsi obtenu à une température d'environ 750 degrés, ne contenait pas de soufre libre, mais il renfermait 41,3 de sulfate de soude, qui ont pu être éliminés par un lavage à l'eau bouillante. On n'a pu constater de sulfure de sodium soluble.

» Cet outremer, lavé soigneusement à l'eau distillée, était d'un *bleu pur* assez foncé, mais ne présentant pas les tons violets des outremers du commerce.

» L'analyse de ce bleu m'a donné les résultats suivants :

Silice................	46,810	3 SiO^2
Alumine..............	27,702	Al^2O^3
Soude................	17,280	NaO.
Soufre	5,217	»
Oxygène, par différence.	2,991	»
	100,000	

» En examinant ces chiffres, on voit que la silice, l'alumine et la soude trouvées dans ce bleu sont encore dans le même rapport que dans le silico-aluminate de soude insoluble. La soude en excès, contenue dans le précipité que j'ai employé, a été transformée intégralement en sulfate de soude.

» Comme je n'ai pas obtenu l'outremer cristallisé, je ne puis assigner avec ces données une formule à ce composé, mais on peut conclure de mes expériences :

» 1° Que, contrairement aux assertions de quelques auteurs allemands, l'outremer ne contient pas d'azote;

» 2° L'outremer bleu proprement dit est formé par un composé oxygéné du soufre et il est probable que ce composé est fixé et sur le sodium et sur l'aluminium.

» En effet, pendant la première période des opérations, passage du sulfure de carbone, le soufre s'est substitué à une partie de l'oxygène dans la molécule de silico-aluminate de soude, et dans la soude en excès il a rem-

100..

placé complétement l'oxygène. L'acide sulfureux, réagissant à son tour sur ce premier composé, s'est substitué à une partie du soufre de la molécule de silico-aluminate de sodium sulfuré, et, détruisant le sulfure de sodium qui n'était pas lié chimiquement à la silice et à l'alumine, en a fait du sulfate de soude, en vertu de l'équation suivante :

$$NaS + 2SO^2 = NaO, SO^3 + 2S.$$

» Pour obtenir ces résultats, il est nécessaire de maintenir la matière à 750 degrés dans la vapeur de sulfure de carbone pendant plusieurs jours. Si l'on élève la température à 1000 degrés, on obtient dans les mêmes conditions d'expériences ($CS^2 + SO^2$) un produit *noir*, aggloméré, qui, traité par l'eau, dégage de l'hydrogène sulfuré et se transforme en bleu d'outremer. Ce produit contient évidemment le sulfure d'aluminium décomposable de M. Fremy, et cette expérience permet de supposer qu'une partie du soufre peut se trouver dans l'outremer à l'état d'oxysulfure d'aluminium.

» En remplaçant l'hydrogène sulfuré par l'hydrogène sélénié et l'acide sulfureux par l'acide sélénieux, j'ai obtenu un produit *rouge*, analogue au bleu. Le tellure que nous avons essayé en 1875, à l'usine de Fleurieux-sur-Saône, dans des mélanges convenables de kaolin et de carbonate de soude, nous a donné un produit *jaune*. Je n'ai pas encore approfondi, mais je me réserve l'étude de ces nouveaux composés [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les catéchines et leur constitution.* Deuxième Note de M. **Arm. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai déjà montré [2] que l'on avait confondu sous le nom de *catéchine* divers produits cristallisés analogues, et j'ai fait voir que les catéchines des *cachous d'Acacias* (*Légumineuses*) répondent à la formule $C^{21}H^{18}O^8$. J'espère pouvoir donner bientôt des renseignements sur la catéchine de l'*Uncaria gambir* (*Rubiacées*). En attendant, je me suis occupé des dédoublements principaux et de la constitution des catéchines en $C^{21}H^{18}O^8$.

« On sait que Hlassiwetz avait assigné à la catéchine la formule

---

[1] En terminant ce résumé de mes premiers travaux sur l'outremer, je me fais un devoir de signaler à l'Académie la collaboration bienveillante de M. Guimet, de Lyon, qui a bien voulu me permettre d'étudier le travail de son usine et d'y commencer ces recherches.

[2] *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 342.

$C^{19}H^{18}O^8$, d'après son dédoublement par la potasse :

$$\underbrace{C^{19}H^{18}O^8}_{\text{Catéchine.}} + KHO + O^2 = \underbrace{C^7H^5KO^4}_{\text{Protocatéchate de K.}} + \underbrace{2C^6H^6O^3}_{\text{Phloroglucine.}} + H^2O.$$

» Après nous être assuré que nos catéchines donnaient en effet par la potasse les deux corps précédents, nous nous sommes demandé ce que devenaient dans cette réaction deux des atomes de nos catéchines en C^{21}. Nous avons constaté qu'il se formait une petite quantité de formiate, ainsi que du carbonate de potasse, et qu'il se dégageait aussi un peu de H et CH^4, ce qu'indiquent les deux équations suivantes, à substituer à la précédente :

$$C^{21}H^{18}O^8 + 3KHO + O^4 = C^7H^5KO^4 + 2C^6H^6O^3 + 2CHKO^2 + H^2O,$$
$$C^{21}H^{18}O^8 + 3KHO + O^2 = C^7H^5KO^4 + 2C^6H^6O^3 + CH^4 + CO^3K^2.$$

» Il existe donc dans les catéchines en C^{21} deux atomes au moins de carbone remarquables, que sépare la potasse fondante, et l'on peut se demander sous quelle forme ils existent dans la molécule. On pourrait penser, vu les propriétés phénoliques des catéchines, que ces deux atomes de C entrent dans la constitution de ces corps sous forme de CH^3, C^2H^5, C^2H^3O, ..., remplaçant l'un des H alcooliques du triphénol $C^6H^3(OH)^3$ ou de l'acide protocatéchique $C^6H^3(OH)^2(CO^2H)$ dans lesquels se dédouble cette substance. L'anisol, le guaïacol, la vaniline, etc., offrent des exemples de soudures semblables ; mais, dans ce cas, il n'en est rien. La catéchine, traitée entre 120 et 150 degrés par de l'acide iodhydrique, ne donne ni gaz ni iodure de méthyle ou d'éthyle. L'acide chlorhydrique agit de même. L'acide iodhydrique donne, avec la catéchine, de l'iodoforme, ce qui semble démontrer que les atomes de carbone dont nous parlons existent dans la molécule à l'état de CO, CHO ou de CH.

» L'action de la potasse fondante et celle des hydracides n'étant pas entièrement concluantes, j'ai chauffé la catéchine durant deux heures à 140 degrés avec de l'acide sulfurique très-étendu ; à l'ouverture du tube, j'ai constaté l'absence d'acide formique et de gaz volatils. Il s'était produit un corps amorphe jaune orangé. La liqueur acide qui le baignait, presque saturée et rapidement évaporée dans CO^2, a été épuisée par l'éther. Celui-ci a dissous deux corps que l'on a séparés en évaporant l'éther, reprenant par l'eau et précipitant par l'acétate de plomb. Le précipité rosé, décomposé par l'hydrogène sulfuré, donne une solution acide qui cristallise dans le vide en se colorant. Ce produit sucré et astringent présente tous les caractères de l'acide protocatéchique de Strecker.

» La partie de la liqueur éthérée non précipitable par l'acétate plombique, traitée par H^2S, puis évaporée, a donné une petite quantité d'une substance cristallisée, incolore, un peu soluble dans l'eau, sucrée, précipitable par l'eau de brome en solutions étendues, brunissant à l'air par les alcalis, brunissant par les hypochlorites, etc.; caractères qui indiquent sa nature de phénol polyatomique. Elle ne se colore pas par les sels de fer.

» Desséché, puis chauffé dans l'acide carbonique, ce corps devient pâteux à 189-190 degrés et fond à 200 degrés. Il donne, à l'analyse, $C = 56,82$, $H = 5,41$, $O = 37,77$.

» La formule $C^{14}H^{16}O^7$ veut : $C = 56,74$, $H = 5,40$, $O = 37,84$.

» Par l'action des acides étendus, la catéchine $C^{21}H^{18}O^8$ donne donc deux corps solubles, l'acide protocatéchique et le phénol $C^{14}H^{16}O^7$ (qui ne se produit qu'en petite proportion), en même temps qu'il se fait le corps jaune orangé peu soluble, qui se sépare de la liqueur acide. C'est une substance très-oxydable à l'air, un peu soluble dans l'eau chaude. Ses solutions alcooliques précipitent en vert noirâtre les sels ferriques; alcalinisées, elles s'oxydent à l'air en se colorant en rose, puis en brun; elles deviennent rouge acajou par une trace d'eau de javelle. Ce corps, fondu avec la potasse, fournit à son tour, quoique lentement et difficilement, de l'acide protocatéchique. Il a donné à l'analyse les nombres $C = 71,14$, $H = 5,19$, $O = 23,67$.

» La formule $C^{28}H^{22}O^7$ veut : $C = 71,48$, $H = 4,70$, $O = 23,82$.

» Si l'on met de côté le phénol $C^{14}H^{16}O^7$, sur lequel nous reviendrons, et qui ne se produit qu'en petite proportion, on voit que l'eau acidulée dédouble la catéchine suivant l'équation

$$2C^{21}H^{18}O^8 = 2C^7H^6O^4 + C^{28}H^{22}O^7 + H^2O$$

ou, plus simplement encore,

$$C^{21}H^{18}O^8 = C^7H^6O^4 + C^{14}H^{12}O^4,$$

le corps $C^{28}H^{22}O^7$ paraissant n'être qu'un anhydride du corps $C^{14}H^{12}O^4$.

» On voit que la catéchine $C^{21}H^{18}O^8$ se dédouble, soit du premier coup (par la potasse fondante), soit en deux phases (action successive des acides sur la catéchine et de la potasse sur le corps jaune), en trois parties, contenant chacune un noyau $(C^6H^3)'''$ que l'on retrouve dans l'acide protocatéchique et dans la phloroglucine, dérivant l'un et l'autre du corps primitif $C^{21}H^{18}O^8$. Dans chacun de ces trois groupes $(C^6H^3)'''$, deux des atomicités sont saturées par les deux (OH), que l'on retrouve dans les deux dérivés précités. De la juxtaposition des trois groupes $(C^6H^3)'''(OH)^2$ résulte un en-

semble triatomique que sature le reste de la molécule $(C^3H^3O^2)'''$, lequel complète ainsi l'édifice. Ce noyau central lui-même peut se représenter par $-CH^2-CH=C=O^2=$ ou par $-\overset{|}{\underset{|}{C}}H^2-CO-CHO$. La molécule de catéchine devient donc

$$C^6H^3\left\{\begin{array}{l}OH\\ OH\\ -CH^2\end{array}\right.\qquad\qquad\qquad\qquad C^6H^3\left\{\begin{array}{l}OH\\ OH\\ -CH^2\end{array}\right.$$
$$\begin{array}{c}|\\ CH\\ \|\end{array}\qquad\text{ou bien}\qquad\qquad |$$
$$C^6H^3\left\{\begin{array}{lcl}O & -C- & O\\ OH & & OH\\ OH & & OH\end{array}\right\}C^6H^3\qquad\qquad C^6H^3\left\{\begin{array}{lcl}O & -CO- & O\\ OH & CHO & OH\\ OH & & OH\end{array}\right\}C^6H^3.$$

» Vient-on à la traiter par l'eau acidulée, à 140 degrés, le groupement $C^6H^3\left\{\begin{array}{l}O\ -C\ -O\\ OH\\ OH\end{array}\right.$ se complète par 1 atome de H pour donner l'acide protocatéchique, tandis qu'il reste $C^6H^3\left\{\begin{array}{lcl}OH & & OH\\ OH & & OH\\ & -C^2H^2- & \end{array}\right\}C^6H^3$ ou $C^{14}H^{12}O^4$, dont l'anhydride $C^{28}H^{22}O^7$ dérive si aisément de la catéchine. Soumet-on celle-ci à l'action de la potasse fondante, la portion $C^6H^3\left\{\begin{array}{l}OH\\ OH\\ -CH^2\end{array}\right.$ se transforme, par oxydation, en acide protocatéchique; les deux autres groupes en $C^6H^3(OH)^2$ donnent de la phloroglucine, et les 2 atomes restants de la chaîne centrale sont enlevés à l'état d'acide formique ou d'acide oxalique, et par l'acide iodhydrique, à l'état d'iodoforme.

» Je reviendrai bientôt sur les produits de dédoublement de la catéchine. »

CHIMIE ORGANIQUE — *Sur les acétates acides*. Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Berthelot.

« **1.** Dans une Note du 15 avril 1877, j'ai décrit plusieurs acétates acides de soude, parmi lesquels un sel cubique dont l'analyse m'avait conduit à la formule $C^4H^3NaO^4, C^4H^4O^4, H^2O^2$. Les recherches faites par M. Lescœur sur le même sel, publiées dans une Note ultérieure (7 mai 1877), l'ont conduit à admettre que ce sel était anhydre et représenté par la formule $C^4H^3NaO^4, C^4H^4O^4$.

» L'analyse de ces cristaux présente une cause d'erreur. Ils sont, en effet, très-tendres, et il est difficile de les débarrasser de l'eau mère qu'ils con-

tiennent. En reprenant l'analyse des cristaux bien essorés, j'ai obtenu une composition constante, correspondant à la formule indiquée par M. Lescœur. Ce sel est donc le biacétate de soude anhydre.

» J'ai d'ailleurs obtenu le même composé en faisant cristalliser l'acétate de soude dans de l'acide acétique à divers degrés de concentration. Voici les résultats donnés par l'analyse :

	Acide à 50 p. 100.	Acide à 39 p. 100.	Acide à 28 p. 100.	Calculé.
Na	16,03	15,69	16,45	16,19
$C^4H^4O^4$ (en excès)	42,04	42,02	41,11	42,25

résultats un peu différents de ceux de M. Lescœur.

» 2. Voici l'analyse d'un nouveau sel acide que j'ai préparé :

Sesquiacétate de chaux hydraté : $2C^4H^3CaO^4, C^4H^4O^4H^2O^2$.

	Trouvé.	Calculé.
Ca	16,76	16,95
$C^4H^4O^4$ (en excès)	25,50	25,42

» On l'obtient facilement en mélangeant à volumes égaux de l'acide acétique cristallisable et une solution saturée d'acétate neutre de chaux. Au bout de deux ou trois jours, il se forme de beaux cristaux très-brillants, parraissant appartenir au système orthorhombique; ils s'effleurissent avec une rapidité qui ne permet pas de faire des mesures d'angles.

» L'acétate de chaux, de même que l'acétate de zinc anhydre, ne se dissout pas dans l'acide acétique cristallisable. Dans l'acide acétique étendu d'eau, l'acétate de zinc cristallise en cristaux allongés et d'aspect très-différent des cristaux d'acétate neutre ordinaire, mais qui sont cependant identiques comme forme cristalline et comme constitution.

» 3. L'existence des acétates acides, ou du moins des acétates acides anhydres, peut être prévue par l'étude des tensions de dissociation; en effet, les acétates neutres mis en présence de la vapeur d'acide acétique se comportent de même que les sels pouvant former des hydrates, mis en présence de la vapeur d'eau. Si l'on place des acétates neutres anhydres dans une atmosphère saturée de vapeur d'acide acétique, ces sels en absorbent une certaine quantité, et cette absorption est probablement d'autant plus rapide que la différence est plus grande entre la tension de vapeur de l'acide acétique et la tension de dissociation des acétates acides qui peuvent se former.

» Voici les augmentations de poids de quelques acétates neutres dessé-

chés et placés, pendant un mois d'été, sous une cloche avec de l'acide acétique cristallisable, augmentations de poids que je donne sous toutes réserves d'expériences plus précises :

	Augmentation de poids pour 100.			
Acétate de soude........	404	c'est-à-dire près de	6	équivalents d'acide acétique
» de potasse........	264	»	4	»
» de chaux.........	34	»	$\frac{1}{2}$	»
» de zinc...........	12	»	$\frac{1}{4}$	»
» de plomb.........	134	»	3,5	»
» de baryte.........	179	»	4	»
» de manganèse.....	66	»	1	»

Dans ces conditions, les acétates de potasse, de soude, de baryte et de plomb sont en pleine déliquescence.

» Les solutions des acétates neutres dans l'acide acétique cristallisable ont une tension de vapeur bien moins considérable que celle de l'acide acétique. C'est ainsi qu'un morceau d'acétate de soude sec introduit dans l'appareil Hofmann, contenant un excès d'acide acétique chauffé à 100 degrés, diminue de plus de moitié la dépression de la colonne mercurielle produite par la vapeur d'acide acétique.

» Je poursuis, au laboratoire de M. Berthelot, la recherche des composés définis formés par l'acide acétique et les acétates. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur le butylène et sur ses dérivés.* Note de M. E. **Puchot.**

« Le butylène a été étudié par plusieurs chimistes, qui l'ont retiré de substances différentes. M. Wurtz l'a obtenu au moyen de l'alcool butylique, en faisant intervenir le chlorure de zinc; comme l'emploi de ce réactif exige des précautions assez délicates, j'ai pensé qu'il serait plus commode, pour retirer le butylène de l'alcool butylique, de faire agir l'acide sulfurique. Si on l'emploie seul avec l'alcool, comme dans la préparation du gaz oléfiant, ce procédé ne donne, il est vrai, qu'un rendement peu satisfaisant; mais j'ai remarqué que, si l'on ajoute à l'acide sulfurique du sulfate de potasse ou du sulfate de chaux ou mieux les deux sels mélangés, l'opération marche bien et fournit un bon rendement.

» Pour faire une préparation de butylène, je verse, dans un ballon d'environ 400 centimètres cubes de capacité, 100 grammes d'acide sulfurique et 100 grammes d'alcool butylique, en ayant soin de faire arriver

l'alcool le long de la paroi pour le faire surnager : je plonge ensuite le ballon dans l'eau froide et j'opère peu à peu le mélange en agitant, de manière à éviter l'élévation de température.

» J'ai, d'autre part, préparé à l'avance un mélange intime de 40 grammes de sulfate de potasse pulvérisé et 160 grammes de plâtre fortement recuit; j'ajoute cette poudre au liquide du ballon, en continuant de l'agiter : il ne reste plus qu'à mettre le ballon en place; le reste de l'appareil se compose de deux flacons laveurs, contenant un lait de chaux, et d'un tube conduisant le butylène dans la cuve à eau, si on veut l'avoir à l'état gazeux. On allume sous le ballon un feu très-modéré : le gaz se dégage aussitôt. L'opération qui vient d'être indiquée donne environ 12 litres de gaz, c'est-à-dire 25 à 30 pour 100 du poids de l'alcool employé.

» Le butylène est soluble dans 10 fois son poids d'eau; l'acide acétique monohydraté en dissout 62 fois son volume.

» La densité du butylène à l'état gazeux est très-approximativement égale à 2.

» Le butylène est un gaz liquéfiable. Le liquide bout à -4°; sa densité à $-13^\circ,5$ est 0,635.

» Pendant la préparation du butylène, il distille une certaine quantité de liquide, qui se condense dans le premier flacon laveur et forme une couche à la surface du lait de chaux. Ce liquide a fourni, avec de l'alcool butylique, deux autres produits bouillant l'un à 98 degrés, l'autre à 180 degrés. L'analyse a montré que la composition du premier produit correspond à la formule C^8H^9O : c'est par conséquent l'*éther butylique*. J'ai trouvé, pour sa densité à zéro, 0,770, et pour sa densité de vapeur 3,29. Si l'on calcule, au moyen de cette densité, le volume de l'équivalent C^8H^9O, on trouve un nombre fractionnaire 2,73. L'autre produit a une composition qui correspond à C^8H^8. J'ai trouvé pour sa densité à zéro 0,781; sa densité de vapeurs, 6,12, donne pour le volume de l'équivalent 1,27 : c'est encore un nombre fractionnaire. Je signale ces résultats singuliers sans chercher à les expliquer; je ferai seulement remarquer que la somme de ces deux nombres fractionnaires donne exactement 4.

» Ces deux produits, bouillant l'un à 98 degrés, l'autre à 180 degrés, sont également ceux qui se forment dans la décomposition, sous l'influence de la chaleur, de l'acide phosphobutylique

» Si l'on fait arriver un courant de gaz butylène dans de l'acide sulfurique monohydraté, il paraît d'abord s'y dissoudre; mais bientôt il se forme à la surface de l'acide une couche limpide, incolore, nettement

séparée. J'ai pu faire passer sur le même acide (100 grammes), avant que son action semblât épuisée, le gaz provenant de onze opérations (chacune donnant environ 12 litres de gaz). L'acide hydraté agit d'une manière analogue, mais l'acide plus étendu devient sans action. Le liquide ainsi obtenu est très-complexe. J'ai pu y reconnaître une dizaine de produits différents : l'un, bouillant vers 120 degrés, a pour composition C^8H^9; tous les autres paraissent des isomères du butylène.

» Le butylène de l'alcool butylique est absorbé par le brome; le produit principal obtenu est le bromure : j'ai trouvé, pour sa température d'ébullition, 153 degrés, et pour sa densité à zéro 1,805.

» Le butylène est absorbé par l'acide iodhydrique en solution suffisamment concentrée; il se forme un produit qui tend à monter à la surface de l'acide, et s'en sépare bien par un repos un peu prolongé après la cessation du courant gazeux. Sa température d'ébullition est 101 degrés, sa densité à zéro est 1,58. L'acétate d'argent décompose ce produit, en mettant en liberté la totalité ou seulement une partie du butylène, suivant la manière d'opérer.

» Je n'ai pu obtenir la combinaison du butylène avec l'acide chlorhydrique, ni directement, ni en décomposant l'iodhydrate par le chlore.

» L'action du butylène sur le chlore conduit à des résultats intéressants. D'abord, en faisant agir le butylène sur le chlore à la lumière diffuse, j'ai obtenu un produit liquide homologue de la liqueur des Hollandais, et qui peut être représenté par la formule $C^8H^8Cl^2$.

» Si l'on fait passer un courant de chlore dans ce produit à la lumière directe du soleil, il y a substitution de chlore à l'hydrogène; mais, lorsque le produit a atteint la composition $C^8H^4Cl^6$, l'action s'arrête ou au moins ne marche plus qu'avec une lenteur telle, qu'on peut considérer le produit $C^8H^4Cl^6$ comme le terme de l'action qui peut se produire dans ces conditions.

» Si l'on continue de faire passer du chlore à la lumière directe du soleil dans le produit $C^8H^4Cl^6$, mais en opérant dans un ballon placé sur le feu, il se produit une action d'une autre nature : il y a enlèvement d'hydrogène, mais sans substitution de chlore, et l'on arrive à un produit $C^8H^2Cl^6$, qui paraît aussi le terme de cette nouvelle action.

» La potasse en dissolution agit sur les trois produits $C^8H^8Cl^2$, $C^8H^4Cl^6$ et $C^8H^2Cl^6$.

» Pour le produit $C^8H^8Cl^2$, j'ai constaté que la potasse peut lui enlever plus de 1 équivalent d'acide chlorhydrique; il me paraît probable qu'en

attaquant plusieurs fois le produit par une nouvelle quantité de potasse, on lui enlèverait complétement le second équivalent, ce qui conduirait à un chlorure de carbone C^8Cl^6.

» Le produit $C^8H^4Cl^6$, traité deux fois successivement par la potasse, a perdu 4 équivalents d'acide chlorhydrique et laissé un chlorure de carbone C^8Cl^2.

» Enfin le produit $C^8H^2Cl^6$, beaucoup plus facilement attaquable par la potasse alcoolique, a donné le chlorure C^8Cl^4. »

PHYSIOLOGIE. — *Note sur la cause du charbon*; par M. KLEBS.

« Dans deux articles insérés aux *Comptes rendus* (30 avril et 16 juillet 1877), MM. Pasteur et Joubert soutiennent que les bactéridies du sang charbonneux sont la cause de cette maladie. Ils le démontrent par l'inefficacité du sang charbonneux, si l'on se sert d'une méthode de filtration qui permette de séparer les bactéridies et les parties fluides du sang : « Ce sang filtré, disent-ils, peut être injecté impunément dans le corps, » sans produire le charbon ni le moindre désordre local (p. 105). »

» Sans vouloir élever une question de priorité, qui n'a pas d'importance dans les recherches scientifiques, mais pour confirmer le fait, j'ai l'honneur de faire savoir à l'Académie que la même méthode, tendant au même but, a déjà été employée en 1871, par moi et M. Tiegel, alors mon assistant à l'Institut pathologique de Berne. Nous avons publié un article sur cette question dans le *Schweigerische Correspondenz-Blatt* (t. I, p. 275). La filtration se faisait au moyen de vases cylindriques d'argile, comme ceux qu'on emploie dans les piles électriques : l'ouverture était fermée par une calotte de caoutchouc, et l'on faisait le vide dans l'intérieur jusqu'à une pression de 50 à 60 centimètres de mercure. L'injection de 2 grammes du liquide filtré, ne contenant plus de bactéridies, ne tuait pas un cochon d'Inde; d'autres animaux, plus âgés, avaient péri trois jours après l'injection de $0^{gr},33$ du liquide non filtré. Le premier périt six jours après l'injection, et probablement à cause du froid; son cadavre ne contenait pas de bactéridies, et son sang, injecté en assez grande quantité dans le tissu sous-cutané d'autres cochons d'Inde, ne transmettait pas le charbon.

» Après les beaux travaux effectués sur le charbon par M. Davaine, qui a démontré que cette maladie peut être transmise par un très-petit nombre de bactéridies, il était extrêmement probable que ces organismes sont la vraie cause du charbon; mais la preuve définitive de cette opi-

nion est donnée par l'inefficacité du fluide charbonneux privé de bactéridies.

» Il est certainement de la plus haute importance que MM. Pasteur et Joubert, qui n'ont pas pu connaître notre observation, soient arrivés au même résultat et à la même conclusion par un nombre d'expériences plus grand que nous n'avons pu en faire, faute d'une quantité suffisante de matière charbonneuse. Quant à la proposition de MM. Pasteur et Joubert, « que les bactéridies tuent les animaux infectés par la soustraction de l'oxy- » gène du sang », je ne saurais l'adopter ; nous avons trouvé, en effet, chez quelques animaux tués par l'inoculation charbonneuse, les bactéridies en grand nombre dans l'endroit même de l'injection, la plèvre, le tissu souscutané, mais non dans le sang, ni dans les glandes lymphatiques. Je crois plûtôt que, dans le charbon comme dans la septicémie, la maladie est produite par les schiztomycètes. L'opinion de MM. Pasteur et Joubert serait prouvée, si l'on pouvait sauver un animal infecté par le charbon, à l'aide de la respiration artificielle; c'est ce qui n'a pas encore été fait, au moins à ma connaissance. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la structure du globule sanguin et la résistance de son enveloppe à l'action de l'eau.* Note de MM. J. Béchamp et E. Baltus.

« La structure du globule sanguin est encore aujourd'hui un objet de controverse. Pour résoudre cette question, M. A. Béchamp a fait, en 1873, une série d'expériences, récemment communiquées à l'Académie, dans lesquelles il est parvenu à épaissir, au moyen d'un milieu alimentaire convenable (fécule soluble et créosotée), la membrane enveloppe des globules du sang de canard, de poule, de pigeon, de grenouille, de chien, de bœuf, de cobaye, et à mettre complétement cette membrane en évidence, avec ou sans addition de réactif colorant. De plus, les globules ainsi traités devenaient absolument réfractaires à l'action de l'eau.

» Nous nous sommes demandé si ces résultats ne sont pas l'expression d'un fait général, et nous avons soumis à un traitement analogue les globules du sang de mouton et de porc, et répété les expériences sur le sang de bœuf et de grenouille. Nous nous réservons d'étendre ces recherches aux diverses espèces animales, et à l'homme.

» Après avoir constaté l'existence de la membrane enveloppe des globules soumis à nos expériences, nous avons pensé qu'il y avait dans ce fait un obstacle suffisant à la destruction des globules sanguins par l'action

même prolongée de l'eau, et que l'évanescence globulaire, constatée par tous les expérimentateurs, tenait plutôt à des changements intervenus dans les conditions de réfringence qu'à une destruction réelle.

» Nos expériences ont d'abord porté sur l'épaississement de la membrane enveloppe par la fécule soluble, suivant le procédé de M. A. Béchamp.

» I. Action de la fécule en solution concentrée et créosotée. — *Sang de grenouille additionné de 5 volumes de la solution.* — Trois jours après, globules très-nets, contenu et noyau granuleux; la cellule et le noyau apparaissent munis d'une membrane enveloppe à double contour; l'addition de 20 volumes d'eau ne les fait pas disparaître. Un mois après, mêmes résultats.

» *Sang de bœuf additionné de 5 volumes de la solution.* — Neuf jours après, globules très-nets, non modifiés. L'addition de 20 volumes d'eau ne les fait pas disparaître. Quarante-six jours après, mêmes résultats.

» *Sang de porc additionné de 5 volumes de la solution.* — Cinq jours après, les globules sont parfaitement conservés; l'addition de 20 volumes d'eau ne les fait pas disparaître. Quarante-six jours après, les globules sont très-nets, présentant une membrane enveloppe à double contour. La membrane enveloppe apparaît mieux encore sous l'influence de l'eau.

» *Sang de mouton additionné de 5 volumes de la solution.* — Les globules pâlissent, sont à double contour et disparaissent par addition d'eau. Un mois après, on ne les retrouve plus dans le mélange.

» II. Action de l'eau. — Nous avons recherché si, par l'emploi d'un réactif colorant, il n'était pas possible, dans des liquides aqueux, de faire réapparaître la membrane enveloppe des globules disparus, mais non détruits dans l'hypothèse émise au commencement. Il n'était pas à craindre que l'emploi d'un réactif colorant, même coagulant, pût nous induire en erreur; en effet, les expériences de M. A. Béchamp et celles de la première partie de cette Note démontrent qu'en ce moment l'utricule est vidé : l'action du réactif ne pouvait dès lors porter que sur la membrane. Le picrocarminate d'ammoniaque, de préférence à l'iode et aux autres réactifs, nous a paru réunir les meilleures conditions.

» *Sang de grenouille étendu de 5 volumes d'eau.* — Au bout de quelques secondes, les globules ont entièrement disparu. Ils réapparaissent en nombre sensiblement égal par l'addition du picrocarminate, sous forme de vésicules se rapprochant de la sphère, à double contour très-net et possédant un noyau granuleux. Quelques-uns présentent, en sus des caractères précédents, un contenu granuleux. Quinze jours après, mêmes résultats.

» *Sang de bœuf étendu de 5 volumes d'eau.* — Au bout de quelques secondes, tout disparaît. Même trente-six jours après, l'addition du réactif les fait réapparaître en nombre sensiblement égal, avec membrane enveloppe à double contour. On n'aperçoit rien dans l'intérieur de la cellule.

» *Sang de porc étendu de 5 volumes d'eau.* — Les globules disparaissent lentement. Neuf jours après, dans un champ absolument vide d'éléments figurés, ces globules réapparaissent par l'addition du réactif avec une membrane enveloppe à double contour. Pas de contenu apparent.

» *Sang de porc étendu de* 100 *volumes d'eau.* — Même après quatre jours de contact, l'addition du réactif fait apparaître les globules très-nets, à membrane enveloppe à double contour. Douze jours après, on en retrouve quelques-uns, mais très-rares. Un mois après, on ne retrouve plus d'élément globulaire à l'aide du picrocarminate.

» *Sang de mouton étendu de* 5 *volumes d'eau.* — Après quelques secondes, évanescence complète. Trente-six jours après, dans un champ composé d'une masse de vibrions et de bactéries, on retrouve quelques globules par l'addition de picrocarminate : la majorité des cellules a disparu (¹).

» Il résulte de ces faits : 1° que les hématies de la grenouille, du bœuf, du porc et du mouton possèdent réellement une membrane enveloppe, mise en évidence par l'action plus ou moins prolongée de la fécule soluble.

» 2° L'eau ne détruit pas les globules sanguins des espèces examinées, elle ne fait que les rendre invisibles ; mais on parvient toujours à retrouver ces éléments à l'aide du picrocarminate, même dans des milieux extrêmement dilués et après plusieurs semaines de contact.

» Le sang de mouton, de même que le sang de poule dans les expériences de M. A. Béchamp, contiendrait des globules d'une structure plus délicate que ceux des autres sangs examinés. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les fonctions des feuilles de la vigne.* Note de M. H. MACAGNO.

« Dans les feuilles de la vigne, j'ai trouvé une quantité notable de matières analogues à l'amidon ou à la dextrine, du glucose et de l'acide tartrique, sous forme de crème de tartre. Ces résultats m'ont engagé à rechercher dans quelles conditions cette production a lieu et quelle relation elle peut offrir avec la maturation du raisin.

» Voici les données d'une analyse faite le 20 juin dernier :

	Par kilogramme de feuilles.	
	Glucose.	Crème de tartre.
	gr	gr
Feuilles de l'extrémité supérieure des branches à fruits .	14,24	7,41
Feuilles de la base des branches à fruits...........	10,81	5,12
Feuilles de l'extrémité supérieure des branches à bois..	11,93	4,91
Feuilles de la base des branches à bois............ .	11,65	6,90

(¹) Ce fait témoigne que, dans les expériences précédentes, nous n'avons pas été dupes d'une illusion; nous ajoutons que nous avons cherché à nous mettre à l'abri de toutes les causes d'erreur; c'est ainsi que, dans le sérum pur, frais ou ancien, additionné de picrocarminate, on n'observe rien de figuré : on ne voit apparaître que des plaques de coagulation.

» Le tableau suivant indique les variations progressives de composition chimique dans les feuilles et dans le raisin, constatées par des analyses effectuées à des époques diverses :

	Dans 1 kilogramme de feuilles de l'extrémité supérieure des pampres à fruits.		Glucose dans 1 kilogramme	
	Glucose.	Crème de tartre.	de grappes	de grains.
Le 20 juin (raisin vert)	14,24	7,42	»	»
Le 4 août	15,31	12,52	9,41	10,00
Le 16 août	15,96	11,84	33,67	34,14
Le 31 août	16,62	12,29	66,19	81,66
Le 15 septembre	20,50	»	91,15	112,00
Le 5 octobre (vendanges)	23,70	»	117,41	128,15
Le 12 octobre	19,04	»	»	»

» Ces résultats nous permettent de conclure que le glucose et l'acide tartrique se forment préférablement dans les feuilles supérieures du pampre à fruits; le deuxième tableau montre que cette production de sucre marche avec celle du raisin et qu'elle se réduit beaucoup, pour disparaître ensuite, après la vendange.

» J'ai aussi observé le glucose dans les rameaux verts portant les feuilles et les fruits analysés; mais on y trouve bien peu de matières saccharifiables (amidon, dextrine), tandis qu'elles abondent dans les feuilles. En effet, l'analyse faite sur 4 kilogrammes de feuilles et sur 4 kilogrammes de rameaux a donné les résultats suivants :

	Feuilles.	Rameaux verts.
Glucose par kilogramme	14,28	8,25
Amidon et dextrine par kilogramme	3,77	0,98

» On est ainsi conduit à considérer les feuilles comme le laboratoire de production du glucose, et les rameaux verts comme les conducteurs de ce précieux élément constitutif du moût.

» Tous ces faits ont, à ce qu'il semble, quelque relation avec les mauvais résultats que l'on obtient quelquefois en pratiquant dans les vignobles, peut-être avec trop de zèle, le *pincement*. Cette opération consiste à supprimer, dans la première quinzaine de juillet, les sommets des pampres portant fruits, à trois ou quatre feuilles au-dessus de la plus haute grappe. Je considère cette pratique comme bonne dans les cas où, en raison du climat, de la nature des cépages, du sol et du mode de culture, la production du raisin est très-limitée; dans ce cas, la formation d'une quantité excessive de bois pourrait nuire à celle du fruit. Mais, lorsque la produc-

tion du raisin est très-abondante, il faudra laisser une quantité suffisante de feuilles pour la préparation du glucose nécessaire.

» Dans les environs de Gattinara (Italie) et dans des vignobles en pleine culture, j'ai pratiqué le pincement, le 7 juillet dernier, sur une vingtaine de ceps, laissant les ceps voisins dans leur condition naturelle. Les souches étaient toutes de la même qualité; voici les résultats de l'analyse faite, le 27 septembre, sur les raisins :

		Raisin des plantes pincées.	Raisin des plantes non pincées.
		gr	gr
Dans les grappes	Moût par kilogramme	581,00	620,00
	Grappe égrenée par kilogramme	54,00	46,00
Dans 1lit de moût.	Glucose	140,00	175,41
	Acidité totale (en acide tartrique)	14,00	13,20
	Crème de tartre	13,00	13,05
	Matières fixes	217,50	219,50

» Le pincement a donc eu pour effet de donner moins de moût et d'empêcher la maturation du raisin. M. Guyot, dans ses remarquables *Études des vignobles de France*, t. III, p. 295, dit avoir constaté le même fait dans le département des Vosges, à Charmes; il conseille beaucoup de soins dans l'application de cette pratique, et il montre que seulement dans seize départements des régions du nord de la France on fait le pincement. Dans les soixante-trois autres, nous trouvons l'Hérault, la Gironde, les deux Charentes, la Bourgogne, la Côte-d'Or, etc., et bien d'autres départements célèbres par leurs produits.

» Même en Italie, le pincement est très-peu répandu, et nous avons beaucoup d'exemples de ses mauvais effets, particulièrement dans les régions où la production du raisin est très-abondante. J'en trouve l'explication dans la fonction physiologique des feuilles considérées comme organes sécréteurs du glucose, de l'acide tartrique, et peut-être d'autres éléments indispensables au raisin. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse à une Note récente de M.* Buys-Ballot, *sur la division en temps et en carrés des cartes de Météorologie nautique;* par M. L. **Brault**. (Extrait).

« Tout en reconnaissant la haute autorité scientifique du savant Directeur de l'Institut météorologique des Pays-Bas, je crois devoir répondre aux critiques qu'il m'a adressées : c'est d'ailleurs ce à quoi il m'a invité lui-même.

» Je ferai d'abord remarquer que je n'ai jamais écrit que les cartes générales mensuelles par 1 degré ne donneraient rien pour aucun parage : une telle conclusion serait d'autant plus étrange de ma part, que je suis peut-être le premier en Europe à avoir entrepris un dépouillement par 1 degré des mers de Chine, du canal de Mozambique, du cap de Bonne-Espérance, du cap Horn, etc. J'ai dit seulement et j'ai écrit que ce que prouveraient peut-être de plus clair les cartes mensuelles par 1 degré, si on les poursuivait jusqu'au bout, c'est qu'elles étaient inutiles pour les trois quarts de la surface des mers. Et j'entendais par là que, lorsqu'on aurait fait ces cartes par 1 degré, on s'apercevrait bientôt que dans 20, 50, 75 carrés consécutifs de 1 degré, le régime des vents était le même, et que finalement on grouperait ces carrés en carrés plus grands que ceux de 5 degrés de côté. Or, M. Buys-Ballot, après avoir fait des cartes par 1 degré de la partie orientale de l'Atlantique nord, a été conduit, comme il le dit lui-même, à grouper ensemble jusqu'à 100 carrés de 1 degré, dans lesquels il avait trouvé le même régime des vents. Mais alors, pourquoi diviser un bon nombre de carrés de 5 degrés en 25 carrés de 1 degré, ceux des alizés par exemple, s'il est évident d'avance qu'il faudra les réunir ensuite?

» M. Buys-Ballot répond à cela par une question de *limites;* il s'étonne que je ne saisisse pas la nécessité absolue des cartes par 1 degré, pour déterminer les limites des parages où les vents soufflent dans la même direction ; si l'on considère, ajoute-t-il, un carré de mes cartes par 5 degrés, et qu'on demande la différence qui existe entre les vents qui soufflent dans la partie septentrionale et la partie méridionale du carré considéré, il est impossible de répondre.

» Je ne crois pas, quant à moi, à cette idée de *limites*, telle que M. Buys-Ballot la présente. Sans doute il est possible de tracer sur la surface des mers des lignes fermées, dans l'intérieur desquelles, à des différences près inappréciables, le régime des vents est le même en chaque point ; mais tracer sur la surface de l'Océan une ligne à 1 degré près, dont on puisse dire que d'un côté de cette ligne les vents soufflent de telle direction, tandis que de l'autre côté ils soufflent de telle autre, me paraît un problème la plupart du temps insoluble. De pareilles limites n'existent que très-rarement dans la nature. Qu'on prenne, par exemple, cette vaste surface des alizés d'été qui traversent l'Atlantique du cap du Finistère jusqu'aux Antilles. Ces alizés sont N. au cap du Finistère et E. aux Antilles ; mais ils passent ainsi du N. à l'E. en se courbant petit à petit, et en devenant successivement N., N.-N.-E., N.-E., E.-N.-E. et E., sans qu'il soit possible

d'assigner une limite aux vents du N., aux vents de N.-N.-E., de N.-E., d'E.-N.-E et aux vents d'E. En un mot, il y a continuité, il n'y a pas de limites à chercher...; d'où je conclus encore, en modifiant un peu ma première question : à quoi bon cette grosse besogne inutile qui consiste à diviser 40 carrés d'alizés en 1000 carrés à étudier, et à manier 100000 observations, là où 4000 seraient peut-être suffisantes?

» D'un autre côté, M. Buys-Ballot pense-t-il réellement que, pour cette même région des alizés d'été, là où la continuité est si apparente sur mes cartes, « on se demandera quelle différence doit exister entre les vents qui » soufflent dans la partie septentrionale des carrés de ces alizés »? Je ne puis le croire : une pareille question me paraît impossible. On pensera plus simplement, et avec beaucoup plus de raison, que, dans la plupart de ces carrés, le régime des vents est le même sur toute leur surface.

» Ce que je dis des alizés, je pourrais le dire de certains parages des vents d'O. Presque toujours, lorsque les vents sont S. ou S.-S.-O. en un endroit et O. dans un autre, on aperçoit sur les cartes une région intermédiaire où les vents sont S.-O. et S.-S.-O. En un mot, à certaines exceptions près, c'est bien plutôt l'idée de *continuité* que celle de *limites* qui ressort de l'aspect général des cartes de moyennes. J'ajouterai qu'il est encore probable que la discontinuité de bon nombre de courbes des carrés de 5 degrés des vents d'O. a une tout autre cause que celle de la division artificielle adoptée comme base du travail, et que par conséquent, pour certains parages, on retrouvera toujours cette discontinuité sur les cartes de moyennes, qu'elles soient faites par 1 ou 5 degrés de côté.

» D'ailleurs, quand bien même on pourrait croire *a priori* qu'il y a des limites ainsi définies sur toute la surface des mers (limites que M. Buys-Ballot a tracées sur une partie de l'Atlantique nord, mais dont certaines me paraissent devoir disparaître quand il aura à sa disposition un plus grand nombre d'observations), n'est-il pas évident que ces limites ne peuvent exister que dans les carrés où, sur les cartes par 5 degrés trimestrielles ou mensuelles, les courbes sont discontinues et ne suivent pas le mouvement de leurs voisines? Ce sont donc au plus ces carrés seuls qu'il convenait de dépouiller par 1 degré, et alors on eût abrégé la besogne des deux tiers ou peut-être des trois quarts, ce qui serait considérable. S'est-on bien rendu compte, en effet, du nombre d'observations qu'il faudrait au minimum manier, dans un dépouillement général par 1 degré, relatif à la surface des mers où l'on navigue, pour que chaque carré contînt seulement 100 observations? Ce nombre serait de 40 millions! Or je ferai

observer que Maury, dans son immense travail, n'a pas manié plus de 2 millions d'observations....

» Enfin je n'ai jamais dit qu'il serait impossible de savoir, par aucune méthode, si les calmes qui existent à une certaine époque de l'année, dans telle partie équatoriale de l'Océan, ne seront pas transportés l'année suivante, à la même époque, dans un autre endroit. J'ai dit et je répète que les *cartes de moyennes*, qu'on les fasse par mois, par semaine, par jour, par heure ou par minute, seront toujours impuissantes à résoudre certaines questions, et que, par exemple, un simple centre de calme, qui se promènerait de A en B dans les régions équatoriales, se traduirait toujours sur des cartes de moyennes, quelles qu'elles soient, par une bande de calmes qui, en réalité, dans le cas considéré, n'existerait pas dans la nature. Sur ce point, je ne crois pas qu'il y ait de contradiction possible. »

M. A. **Maurer** adresse une Note sur l'origine du son articulé.

M. Ch. **Baumfeld** adresse une disposition permettant d'effectuer, au moyen de cartons mobiles, la division des angles en un nombre quelconque de parties égales.

M. J. **Vinot** fait remarquer qu'il a signalé, dès le 3 septembre, dans son « Journal du Ciel », l'alignement des planètes Mars, Saturne et la Lune, qui devait se produire le 21 septembre.

M. F. **Hément** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat sa Note relative au maximum de densité de l'eau.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 OCTOBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Résumé d'une histoire de la matière* (deuxième article); par M. E. Chevreul (1).

« J'insiste sur un fait historique qui a passé inaperçu, c'est que l'auteur de la *Physique souterraine*, Becher, après avoir critiqué les alchimistes ses prédécesseurs, comme on ne l'avait pas fait avant lui, imagina une *Alchimie*, qui, à mon sens, est sujette aux mêmes critiques qu'il a faites de l'ancienne; et, fait remarquable encore, c'est que Stahl, qui ne croyait pas aux chimères de l'Alchimie, et dont l'élévation d'esprit est incontestable, après avoir emprunté à Becher la *terre inflammable* pour en faire le *phlogistique*, s'est plus éloigné de la vérité que Becher, en ce sens qu'il a usé de raisonnements pour démontrer des propositions erronées, tandis que Becher a été fidèle à la logique, en raisonnant sur des propositions également erronées. Je crois être dans le vrai en disant que je donne une opinion à la fois plus exacte et plus claire des idées respectives de Becher et de Stahl, sur la fermentation et la combustion, qu'on ne l'a fait avant moi.

» Becher n'admettait ni l'existence des quatre éléments, le *feu*, l'*air*, l'*eau* et la *terre*, ni que les métaux fussent formés immédiatement de *mercure*, de *soufre* et de *sel*, qui, selon ses prédécesseurs alchimistes, étaient chacun formé des quatre éléments; à la vérité, sa critique sur ce que ces

---

(1) Voir p. 733 de ce volume.

trois derniers corps ne pouvaient être les principes des métaux émanait plutôt de la *scolastique* que de la science proprement dite, parce qu'il prétendait que le nom de *principe*, signifiant une chose première, *n'ayant pas d'antécédents*, ne pouvait avoir que des *conséquents*. Tout en concevant cette critique de la part d'un lettré, je conçois parfaitement que l'expression de *principe immédiat* est usitée avec raison en Chimie, pour exprimer l'idée qu'un corps complexe, tel qu'un sel par exemple, est formé d'un *acide* et d'une *base*, et que chacun d'eux résulte de l'union de deux ou de plusieurs éléments.

» Becher, après avoir reproché à ses prédécesseurs d'avoir appelé trois *principes* des métaux des composés quaternaires, est bien plus critiquable en comptant deux éléments principaux.

» I. L'*élément humide*, principe de raréfaction et d'élasticité, comprend implicitement l'*air* et l'*eau*. Or c'est bien de la *synthèse mentale erronée* que de prendre deux corps distincts, de les confondre en un seul pour en faire un *élément* qualifié d'*humide*, lorsqu'en cet état il est si peu élastique, que cette propriété n'a été reconnue à l'eau que vers la fin du XVIIIe siècle.

» II. L'*élément terreux*, qui comprend trois éléments distincts, la *terre vitrifiable*, la *terre inflammable* et la *terre mercurielle*, lesquelles sont, selon Becher, les trois éléments des métaux.

» Becher compte trois groupes de métaux :

» 1° Les métaux parfaits, l'or et l'argent;

» 2° Les métaux imparfaits, le plomb, l'étain, le cuivre et le fer;

» 3° Les métaux bâtards, l'antimoine, le bismuth, le zinc, le cobalt et la marcassite.

» Les métaux parfaits, l'or et l'argent, sont formés de parties égales de terre vitrifiable, de terre inflammable et de terre mercurielle. Si de son temps on eût connu l'*isomérisme*, nul doute qu'il ne l'eût appliqué à la composition des deux métaux; mais, évidemment, il était passible du reproche de faire un rapprochement contraire à toutes les idées alchimiques, en attribuant la même composition à deux métaux de valeur vénale si différente.

» Enfin, en attribuant la même composition élémentaire à tous les métaux et en reconnaissant que les imparfaits ne différaient des parfaits que parce que leurs trois éléments n'étaient pas unis en parties égales, il ne s'apercevait pas de l'objection à laquelle il exposait la doctrine alchimique; car, s'il avait raison, en fait, dans sa distinction des métaux parfaits et des métaux imparfaits, il n'y avait qu'à ajouter ou retrancher d'un métal imparfait ce qui manquait ou ce qu'il contenait de trop pour le rendre parfait.

» Évidemment, ce n'était pas le compte de la *transmutation;* aussi celle-ci reposait-elle sur la *fermentation,* dont la conséquence, pour Becher lui-même, était qu'avec une quantité finie de pierre philosophale on pouvait *transmuer* en métal parfait des quantités indéfinies de métaux imparfaits.

» Becher a reproché justement à ses prédécesseurs de n'avoir jamais prouvé l'existence des quatre éléments dans le *soufre* et le *mercure*, et de ne jamais avoir retiré de soufre ni de mercure (le mercure excepté) d'aucun métal. Eh bien, n'est-il pas passible du même reproche? A-t-il retiré jamais de la terre vitrifiable, de la terre inflammable, de la terre mercurielle, ses trois éléments des métaux, de l'or, de l'argent, du plomb, de l'étain, etc., etc.

» Pas plus que ses prédécesseurs, il n'a prouvé, par l'*analyse* et la *synthèse chimiques,* la présence d'aucun des principes qu'il attribuait aux corps qu'il prétendait composés.

» Comme ses prédécesseurs, il n'a fait que de l'*analyse et de la synthèse mentales erronées.*

» Il confond si bien la *propriété* (abstraction) avec un substantif propre perceptible à nos sens, qu'après avoir admiré la *transparence du verre,* et avoir réfléchi qu'on le fait avec du sable, il a imaginé son *élément terreux vitrifiable,* et il a dit le *cristal de roche,* le *diamant,* sont la *terre vitrifiable à l'état de pureté.* Voilà donc un corps simple, le *diamant,* un acide de silicium, le *cristal de roche,* assimilé au verre composé essentiellement d'acide silicique, de potasse ou de soude, d'oxyde de calcium, d'oxyde de plomb...! Il y a plus, c'est que les alcalis concourant à la formation du verre devaient contenir de l'acide silicique!

» Le *mercure,* doué au plus haut degré de l'éclat métallique, de liquidité et de volatilité, était considéré par Becher comme le principe de la *métallicité,* et c'était à la terre mercurielle que les métaux devaient leur aspect, leur fusibilité et la volatilité. Et n'oublions pas que plusieurs des prédécesseurs de Becher, pour lesquels l'eau était un élément, lui attribuaient aussi la cause de la liquéfaction des métaux.

» Veut-on un exemple de la foi de Becher dans l'*analyse* et la *synthèse* MENTALES, telles qu'il en faisait usage en *Alchimie* (je croirais manquer à la vérité en disant en *Chimie*), voici la traduction du passage de Becher en preuve de ce que j'avance (¹):

« N° 8. Je ne peux supporter la témérité de certains chimistes qui poussent l'effronterie

(¹) *Physicæ subterraneæ libri duo.* Francforti, M.DCLIX, p. 125, n° 8.

au point de mentirsans honte et sans pudeur : ils osent avancer publiquement qu'ils peuvent tirer de tous les corps, soit animaux même, soit végétaux, du *sel*, du *soufre* et du *mercure*, dans la forme même de l'argent vif, du soufre et du sel commun, *comme si l'analyse ne* DÉMONTRAIT PAS A L'OEIL *que l'argent vif est un decomposé et qu'il est formé de métal et d'une terre fluide...* »

» Ainsi, dans les idées de Becher, le vif argent était formé d'un *métal* (composé ternaire de terre vitrifiable, de terre inflammable et de terre mercurielle) et, en outre, de *terre mercurielle,* parce que, dans ses idées, elle devait être fluide comme l'est le mercure, exemple remarquable de la *pétition de principe*.

» Si Becher repoussa l'existence des quatre éléments : le feu, l'air, l'eau et la terre, et conséquemment l'opinion d'après laquelle on considérait les métaux comme formés immédiatement de soufre, de mercure et de sel, chacun de ces trois corps étant formé des quatre éléments, opinion de tous les auteurs alchimistes à ma connaissance, il était resté fidèle à leur opinion sur laquelle reposait la *chimère alchimique,* à savoir que cet art était fondé sur ce qu'un *ferment* avait pour caractère de transformer une matière en sa propre nature, comme le *ferment, pâte levée,* avait la propriété de transformer en quelques heures en sa propre matière de la farine à laquelle on le mêlait au moyen du pétrissage avec de l'eau. L'alchimiste ajoutait que le *ferment* qu'il préparait avait la propriété de transmuer les métaux imparfaits en sa propre substance; mais les alchimistes les plus anciens se taisaient sur l'or ou l'argent qu'il fallait introduire dans la *pierre philosophale,* et ce ne fut que plus tard que des alchimistes, d'une grande autorité, dirent que l'art consistait à prendre de l'or ou de l'argent morts, pour leur donner la *vie* au moyen de la préparation de la *pierre philosophale*.

» Cette manière d'envisager l'Alchimie, Becher la conserva si bien qu'il l'étendit à la *combustion,* en qualifiant le *feu* de *ferment,* et certes il ne fut pas infidèle à l'opinion mère de l'*Alchimie fondée sur l'idée de la fermentation,* en disant que le *feu,* ferment, changeait le combustible en sa propre substance, et en *qualifiant* de FERMENTATION la *combustion d'une chandelle.* Je ne sache pas qu'on ait fait avant moi cette remarque sur Becher, remarque qui doit être prise en considération pour apprécier la différence existant entre lui et Stahl, au double point de vue de la fermentation et de la combustion, précisément pour ne pas sortir de la vérité.

» Becher croyait, avec Robert Boyle, que les métaux augmentent de poids par la calcination, à cause du feu qui s'y fixe. Cependant il aurait pu savoir que, dès 1630, J. Rey avait prouvé que cette augmentation de poids était due à la fixation de l'air.

» Becher connaissait la nécessité de l'air pour la fermentation, conformément à l'opinion de J. Mayow (1674).

» Il la connaissait pour que la nitrification se produisît.

» Il connaissait encore la présence d'animaux infusoires dans des liquides fermentés d'origine végétale et dans des liquides malades d'origine animale, mais il partageait l'erreur de son temps sur ce que les mouches pouvaient être le produit de la putréfaction.

» Il croyait à la présence du mercure dans l'atmosphère et prétendait même en avoir reconnu la présence sur des poids de plomb faisant partie d'une horloge de clocher.

» Quant à la crédulité, il la poussait à l'extrême. On en jugera par les deux citations suivantes.

» Il raconte que le chevalier Digby lui avait affirme qu'un de ses amis, après avoir reçu les rayons du soleil dans un appareil en verre, recueillit, après quelques jours, 2 onces d'une poudre dont la subtilité était telle, qu'elle pénétrait l'or lui-même par sa vertu spirituelle.

» Il dit encore que le chevalier Digby, après avoir brûlé des écrevisses, les faisait revivre en les arrosant d'une liqueur qu'il possédait.

» XVIIe *et* XVIIIe *siècle.* — STAHL : Les personnes qui ont quelque notion de Chimie connaissent les noms de Becher et de Stahl. Elles savent que le *phlogistique* est la *terre inflammable* de Becher, à laquelle Stahl a rattaché le phénomène de la *combustion;* mais l'intimité d'opinion des deux auteurs n'est point aussi grande que plus d'un savant le pense, et récemment encore ma conviction s'est accrue qu'il a existé entre eux des différences assez prononcées pour ne point les méconnaître, si l'on tient à rester dans le vrai. Respectant les règlements de l'Académie, je me bornerai à résumer brièvement la manière dont j'envisage aujourd'hui l'intervention de Stahl dans la Chimie.

» Stahl n'était point un homme d'expérience à l'instar de Scheele, qui, à mon sens, est le représentant le plus élevé de la *Chimie*, caractérisée comme *science* par le but qu'elle se propose d'amener la matière à des types, appelés *espèces chimiques,* définis chacun par l'ensemble de ses propriétés; mais Stahl, doué d'un esprit supérieur porté à la méditation, convaincu de la nécessité de l'expérience, s'y livrait avec ardeur, mais à l'instar d'un avocat désireux de gagner sa cause; aussi était-il dans sa nature lorsque, reconnaissant avec Geber (¹) l'*impuissance de l'analyse chimique à séparer*

(¹) *Voir* le premier article.

les éléments de la matière, il concluait qu'en réalité *ils* (les *éléments*) *peuvent être* CONÇUS *comme* DISTINCTS *par la* PENSÉE, expression la plus élevée de l'*analyse et de la synthèse mentales, erronées.* C'est dire que Stahl avait bien plus de sympathie pour *Descartes* que pour *Newton;* que sa disposition d'esprit le portait à admettre que les molécules des corps obéissaient à des forces mécaniques agissant du dehors, plutôt qu'à des forces physiques et chimiques inhérentes aux molécules : de là l'explication de la différence extrême dont il envisage la *fermentation et la combustion,* eu égard à la manière dont ces actes moléculaires le sont par Becher, conclusion à laquelle je ne suis arrivé que récemment, après avoir relu des écrits sur la fermentation et le feu, notamment la *Nouvelle découverte et les admirables effets du ferment dans le corps humain, par le Dr Jean Pascal* (1681), et surtout les *Réflexions sur la fermentation et sur la nature du feu, par M. Rouvière, maistre apothicaire* (1708).

» Voici, en définitive, les opinions de Becher et celles de Stahl sur la *fermentation* et la *combustion :*

» *Becher,* fidèle au principe de la *fermentation* de l'ancienne Alchimie, à savoir qu'un *ferment* change une matière en sa propre substance, définit en conséquence le *feu* un ferment puissant, puisqu'il change tous les combustibles en *feu,* et, à ce point de vue, il cite la *combustion d'une chandelle* comme une *fermentation.*

» *Stahl* a des idées fort différentes :

» La *fermentation* d'un liquide sucré est le résultat d'un mouvement imprimé du dehors aux molécules sucrées, soit par l'*air,* soit par l'*éther.*

» Conformément au principe des semblables de Platon, ces moteurs, l'*air* ou l'*éther,* ébranlent les parties les plus analogues à leur nature, dans la matière sucrée, et de ces ébranlements résulte la dissociation de cette matière en corps plus simples.

» La *combustion* est pour Stahl analogue à la *fermentation.*

» Le combustible est formé d'une matière non combustible et de *feu latent* ou *phlogistique.*

» L'air imprime à ce feu latent un mouvement : s'il est faible, la *chaleur* se manifeste ; s'il est fort, le mouvement qu'il imprime est *verticillaire.* La *lumière* se manifeste, et avec elle toute la *puissance du feu.*

» Tout est donc mécanique dans la *fermentation* et la *combustion* de Stahl.

» Et il est rigoureux de dire :

» Ces deux actes sont des *assimilations* (synthèse) pour Becher, et des *simplifications de matières* (analyse) pour Stahl.

» Les idées de ces deux savants sont donc absolument contraires, comme le prouve ce résumé. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le réseau photosphérique solaire.* Note de M. J. JANSSEN.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie un premier résultat des études que je poursuis à l'aide des photographies solaires de 30 centimètres, sur lesquelles nous sommes parvenus à obtenir des détails de la surface de l'astre, qui peuvent ne sous-tendre qu'une petite fraction de seconde.

» Je ne m'arrêterai pas à parler aujourd'hui de la granulation que ces photographies montrent à la surface du Soleil : je reviendrai bientôt sur ce point, qui touche à la question encore controversée de la forme et des dimensions des derniers éléments de la photosphère.

» J'arrive immédiatement au sujet de cette Communication.

» Un examen attentif des photographies montre que la surface de la photosphère n'a pas une constitution uniforme dans toutes ses parties, mais qu'elle se divise en une série de figures plus ou moins distantes les unes des autres, et présentant une constitution particulière.

» Ces figures ont des contours plus ou moins arrondis, souvent assez rectilignes, et rappelant le plus ordinairement des polygones.

» Les dimensions de ces figures sont très-variables. Ils atteignent quelquefois une minute et plus de diamètre.

» Tandis que dans les intervalles des figures dont nous parlons les grains sont nets, bien terminés, quoique de grosseur très-variable, dans l'intérieur, les grains sont comme à moitié effacés, étirés, tourmentés; le plus ordinairement même, ils ont disparu pour faire place à des traînées de matière qui ont remplacé la granulation. Tout indique que dans ces espaces la matière photosphérique est soumise à des mouvements violents qui ont confondu les éléments granulaires.

» Je ne toucherai point aujourd'hui aux conséquences de ce fait qui nous éclaire sur les formes de l'activité solaire et montre, comme je le disais il y a quelque temps, que cette activité, dans la photosphère, est toujours très-grande, bien qu'il ne se montre aucune tache à la surface.

» Le réseau photosphérique ne pouvait être découvert par les moyens optiques qui s'adressent à la vision du Soleil. En effet, pour le constater sur les épreuves, il faut employer des loupes qui permettent d'embrasser

une certaine étendue de l'image photographique. Alors, si le grossissement est bien approprié, si l'épreuve est bien pure et surtout si elle a reçu rigoureusement la pose convenable, on voit que la granulation n'a pas partout la même netteté, que les parties à grains bien formés dessinent comme des courants qui circulent de manière à circonscrire des espaces où les phénomènes présentent l'aspect que nous avons décrit. Or, pour constater ce fait, il faut, comme nous disons, embrasser une notable portion du disque solaire, et c'est ce qu'il est impossible de réaliser quand on regarde l'astre dans un instrument très-puissant, dont le champ est, par le fait même de sa puissance, très-restreint. Dans ces conditions, on peut très-bien constater qu'il existe des portions où la granulation cesse d'être nette ou même visible; mais il n'est pas possible de soupçonner que ce fait se rattache à un système général.

» J'ajouterai que, pour les photographies elles-mêmes, il est nécessaire d'étudier plusieurs clichés pour constater d'une manière certaine l'existence du réseau dont nous parlons. C'est ainsi que, dans une visite que M. Warren de la Rue voulait bien nous faire à Meudon samedi dernier, il fut frappé, dans l'examen d'une de nos photographies, de constater à la loupe un espace où la granulation était comme effacée et où l'on voyait des traces évidentes de mouvements très-violents. Avec sa haute habileté en ces matières, M. Warren de la Rue reconnut l'importance de ce fait, mais j'ai pu lui montrer, sur des photographies de nos séries, que le phénomène était très-général et qu'il se rattachait au système dont je viens de parler. »

PHYSIQUE. — *Téléphone de M.* Graham Bell. Note de M. **Bréguet.**

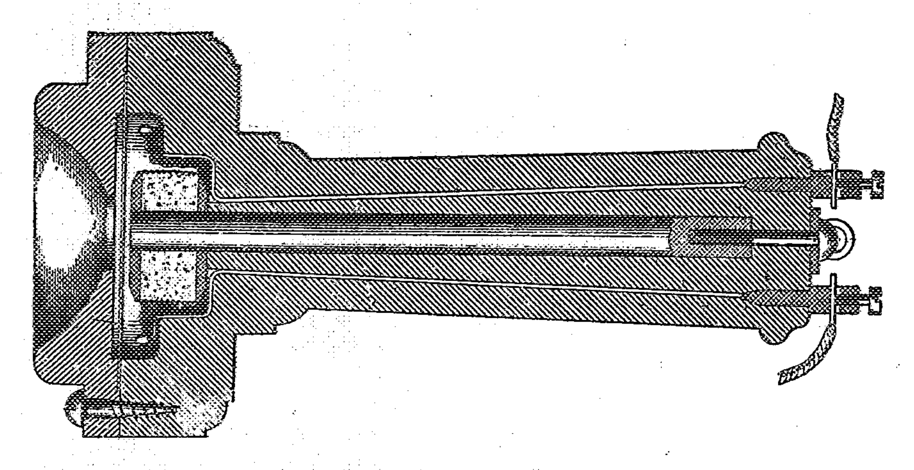
« Il y a déjà plusieurs mois, nous apprenions qu'il existait en Amérique un instrument permettant d'entendre la voix humaine à de grandes distances. Nous n'accueillions ces récits merveilleux qu'avec une certaine incrédulité, et il ne fallait rien moins que l'immense autorité de sir William Thomson, qui avait assisté aux expériences du téléphone, pour nous inspirer confiance quant à leurs résultats.

» Aujourd'hui, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, non un récit, mais l'appareil même du professeur Bell, que celui-ci m'a obligeamment prêté, et les derniers doutes seront levés lorsque chacun pourra entendre et parler à travers un fil télégraphique.

» L'extrême simplicité du téléphone ajoute encore à l'étonnement profond que cet appareil inspire; et je puis affirmer que, de tous les télégra-

phes connus, c'est celui qui fonctionne sous l'influence des courants les plus faibles.

» La voix de la personne qui parle met en vibration une petite plaque circulaire en tôle mince; cette plaque, vibrant en présence du pôle d'un barreau aimanté, change la distribution magnétique du barreau à chacun de ses mouvements, et, comme une petite bobine de fil fin entoure l'extrémité de l'aimant, des courants induits d'intensité correspondant à l'amplitude des vibrations prennent naissance dans ce fil.



» Ces courants sont reçus dans la bobine d'un appareil identique à celui que je viens de décrire. Ils produisent dès lors des variations magnétiques correspondantes dans son barreau aimanté, et par conséquent des vibrations dans la plaque de tôle située au-dessus de l'aimant.

» Ces vibrations, reçues par l'oreille, se traduisent en sons identiques par leur nature à ceux qui sont émis dans le premier téléphone. On peut comprendre ainsi à des distances considérables ce que dit une personne, et même reconnaître la voix de cette personne. J'ai pu nettement entendre des phrases dites avec le téléphone, en intercalant dans le circuit une résistance qui correspondait à 1000 kilomètres de fil télégraphique ordinaire.

» Un téléphone démonté, et remonté ensuite sans aucun soin particulier, n'a pas accusé de différence dans son fonctionnement, ce qui montre que l'appareil est peu délicat, puisqu'il n'exige, pour ainsi dire, aucun réglage pour émettre ou recevoir distinctement toute espèce de sons. »

MÉMOIRES LUS.

HYDROGRAPHIE. — *Sur la détermination de la quantité de vase contenue dans les eaux courantes.* Note de M. BOUQUET DE LA GRYE.

(Commissaires : MM. H. Mangon, Belgrand.)

« Pendant le cours d'une mission hydrographique, dont le but était de rechercher s'il était possible de créer un grand port à la Rochelle, j'ai dû m'occuper d'un phénomène qui n'est point particulier au fond du pertuis d'Antioche, mais qui a là une importance considérable : je veux parler du transport des vases par le jeu des courants de marée et de leur dépôt ultérieur dans les estuaires et dans les bassins que nous créons pour les besoins du commerce. Or, pour étudier la marche des envasements, aussi bien que pour trouver les moyens de les combattre, il était indispensable de savoir comment dans un courant se disposait la vase en suspension, ce qui demandait un nombre d'analyses tel que le procédé usuellement employé devenait inapplicable.

» Il était, en effet, impossible de songer à faire, à bord d'un petit bâtiment ou d'une chaloupe, des centaines de filtrages et de desséchement des filtres à l'étuve, puis autant de pesées de précision. D'autre part, si l'on avait envoyé à terre, chaque soir, deux cents flacons étiquetés, cela eût demandé un laboratoire, et je n'avais ni personnel, ni matériel spécial.

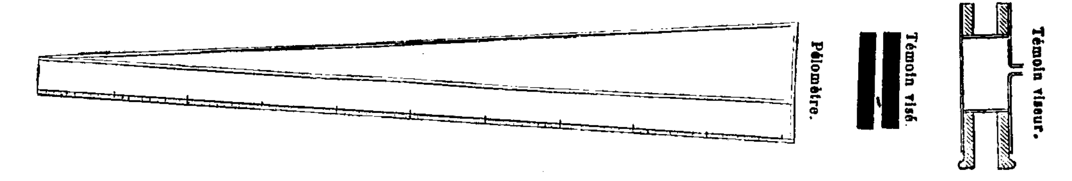
» J'ai donc été amené à chercher une méthode de dosage plus simple, et je suis arrivé à de bons résultats en notant l'identité de la transparence de deux liquides. C'est un procédé optique substitué à la méthode des pesées. Après avoir essayé diverses dispositions, voici celle à laquelle je me suis arrêté.

» L'instrument, auquel on peut donner le nom de *pélomètre* (πηλος, vase), consiste en un récipient en forme de V, dont les faces rectangulaires, inclinées au $\frac{1}{10}$, sont formées de glaces peu épaisses ; les côtés sont en cuivre ou en fer-blanc. Une division graduée en centimètres part de la jonction inférieure des glaces.

» En remplissant le pélomètre, tenu vertical, avec l'eau à analyser, les couches horizontales croissant en épaisseur de bas en haut, on peut, par comparaison avec des témoins titrés d'avance et renfermés dans des tubes terminés par des glaces, avoir immédiatement autant de lectures d'épaisseur des couches liquides qu'on a de témoins. Une table construite d'avance permet ensuite de convertir ces lectures en titrages, exprimés en vase sèche

par litre. On n'a plus qu'à prendre ensuite la moyenne des résultats obtenus, en tenant compte du coefficient particulier à chaque témoin.

» J'ai également employé, à la place de tubes témoins, un fragment de porcelaine ou de papier blanc sur lequel j'avais tracé deux traits noirs de 2 millimètres d'épaisseur, séparés par un intervalle de 1 millimètre. On faisait glisser ce viseur de bas en haut, et l'on notait, en le regardant horizontalement, l'épaisseur correspondant à la disparition du trait blanc, puis une table donnait le poids de la vase. Dans ce dernier mode d'opérer, la lumière traversait deux fois la couche liquide avant de revenir à l'œil et les expériences de contrôle ont montré que l'approximation allait de 2 à 5 milligrammes, suivant la teneur en vase du liquide.



» Lorsque l'eau est très-peu chargée de matières, le pélomètre ne peut servir, et dans ce cas on peut employer une éprouvette divisée, munie d'un robinet. Le viseur est placé au fond et l'on fait écouler l'eau lentement, jusqu'au moment où le trait blanc devient apparent. C'est, sous une forme peu différente, l'emploi du procédé suivi à la mer ou dans les lacs pour connaître le degré de transparence de l'eau, lorsque l'on fait descendre, au moyen d'une ligne de sonde, une assiette blanche maintenue horizontale.

» Les expériences faites à la Rochelle m'ont montré que la quantité de vase par litre varie du simple au décuple suivant la profondeur à laquelle l'eau est puisée. Par gros temps, un véritable fleuve de boue marche sur le fond de la mer. Ces résultats m'ont permis de déterminer une limite inférieure pour la côte des radiers des ouvertures amenant l'eau dans les bassins de chasse, et à contrôler les chiffres accusés par les dépôts dans les bassins du commerce.

» Une étude du même ordre, poursuivie régulièrement sur nos cours d'eau, amènerait à des résultats plus importants, car elle donnerait une mesure exacte du limon que les pluies entraînent chaque année à la mer, au détriment de notre agriculture, et le procédé optique permet d'utiliser un personnel considérable auquel on ne peut demander l'emploi d'un procédé de laboratoire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur un cépage américain non attaqué par le Phylloxera.* Lettre de M. FABRE à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Depuis dix ans le Phylloxera a fait son apparition sur les côtes de la Provence, il a ravagé d'immenses vignobles sans que ni les savants, ni les agriculteurs aient pu, malgré des efforts inouïs, arrêter sa marche dévastatrice. Le désastre augmente tous les ans, et tous les ans la privation de la récolte nouvelle vient s'ajouter aux pertes de l'année précédente.

» Le premier j'ai recommandé et introduit en France la culture en grand des cépages américains; j'ai affirmé que leur résistance tenait à la constitution particulière de leurs racines. Cette affirmation n'est plus contestée par personne.

» Aujourd'hui je crois pouvoir dire avec la même certitude que le Phylloxera disparaîtra sûrement par la plantation d'une nouvelle vigne américaine. J'ai longtemps et soigneusement étudié cette vigne, je l'ai plantée dans tous les terrains, au milieu des foyers phylloxériques les plus intenses, à côté des ceps les plus envahis : *jamais je n'ai trouvé ni nodosité, ni puceron sur ses racines.*

» L'immunité si remarquable de ce cépage n'est point son seul mérite : il reprend de bouture avec une extrême facilité, reçoit la greffe de nos espèces françaises mieux qu'aucune autre variété américaine, prospère dans les sols les plus arides, dans les argiles les plus compactes, dans les terres les plus épuisées par une longue culture de la vigne, et la rapidité de sa croissance est telle, qu'il nous sera facile de refaire nos vignobles en peu de temps et à peu de frais.

» Le cépage que j'indique appartient à l'espèce *Riparia;* les premières plantes me furent données par le général des Paillères, qui mourut sans m'en avoir fait connaître le nom. »

M. GUEYRAUD transmet les résultats de ses observations sur le traitement des vignes phylloxérées, au moyen du sulfocarbonate de potassium, appliqué avec le pal distributeur, pendant la campagne de 1876-1877. (Extrait.)

« Ces résultats, obtenus soit par l'emploi d'un insecticide proprement

dit, soit par l'action de l'eau, montrent que, si la destruction du Phylloxera est certaine, elle ne saurait être définitive, tant que l'insouciance des populations laissera se développer en liberté des foyers d'infection phylloxérique; il est impossible de compter sur une disparition naturelle de l'espèce, résultat de la dégénérescence des facultés prolifiques de l'insecte aptère, car ces facultés peuvent être incessamment retrempées dans les évolutions naturelles de l'espèce.

» Ce n'est donc que par une lutte ouverte et générale, secondée et surveillée au nom de l'intérêt public, que l'on parviendra à anéantir le fléau. Dans cette lutte, outre l'emploi des toxiques dans les vignobles d'un certain revenu, il faudra s'aider de l'arrachage des vignobles sans valeur, que l'incurie des propriétaires abandonne, et de la proscription des cépages américains, cause de tant de désastres, si l'on veut conserver ce qui reste encore de notre puissance et de notre richesse viticoles. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. L. **Porte** adresse un Mémoire sur le développement de l'anthracnose dans les vignobles du Narbonnais.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Saubot-Damborgez** adresse, par l'entremise de M. Janssen, divers documents sur les ravages produits, dans les vignes de quelques communes de l'arrondissement d'Orthez, par l'insecte connu sous le nom de *teigne de la grappe*.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. **Moschell** adresse une Note sur le patinage des locomotives à la descente des rampes.

(Renvoi à l'examen de M. Bertrand.)

M. **Maquaire** adresse un Mémoire sur un moyen de prévenir les explosions de grisou.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Daubrée, P. Thenard, Berthelot.)

M. B. **d'Acqui** adresse une Note sur le même sujet.

(Renvoi à la même Commission.)

M. **Houdart** soumet au jugement de l'Académie un travail relatif à une méthode de dosage de l'extrait sec du vin.

(Commissaires : MM. Boussingault, P. Thenard.)

M. **Th. Caraguel** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé dans la séance du 19 mars 1877, et relatif à un moteur électrique.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. La Note qu'il contient sera soumise à l'examen d'une Commission composée de MM. Ed. Becquerel, Jamin, Rolland.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Rapport de M. *A. Lamy* sur la régénération du bioxyde de manganèse dans la fabrication du chlore par le procédé de M. Weldon (extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement*);

2° Le sixième Cahier des « Recherches hydrographiques sur le régime des côtes », par M. *Bouquet de la Grye*. Ce Cahier contient l'étude de la baie de la Rochelle, et un projet d'établissement d'un nouveau bassin à flot.

M. le **Directeur général des Douanes** adresse le Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et avec les puissances étrangères pendant l'année 1876.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète (175), Palisa, faites à l'Observatoire de Paris, à l'équatorial Ouest du Jardin.* Note de MM. **Paul Henry** et **Prosper Henry**, présentée par M. Yvon Villarceau.

1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Log. (par × Δ)	Distance polaire.	(Log. par × Δ)
	h m s	h m s		° ′ ″	
Octob. 13	8 43 33	1 28 53,45	−($\bar{1}$,477)	79 21 59,5	−(0,768)
16	11 36 33	1 25 23,50	−($\bar{2}$,087)	79 25 32,5	−(0,741)

Position moyenne de l'étoile de comparaison, pour 1877,0 :

Nom de l'étoile de comparaison.	Ascension droite.	Réd. au jour.	Dist. polaire.	Réd. au jour.
382 Weisse H. I	1h 23m 49s,01	+4s,17 +4s,19	79° 32′ 40″,9	−28″,2 −28″,3

(L'étoile de comparaison est la même pour les deux observations.)

ASTRONOMIE. — *Systèmes stellaires de* 36 *Ophiuchus et de* 40 *Éridan.* Note de M. C. **Flammarion.**

« I. L'étoile 36 Ophiuchus est une étoile double composée de deux astres de 5e et 6e grandeur, dont l'écartement angulaire est de 4 secondes et qui tournent lentement autour de leur centre commun de gravité. Ce couple est emporté dans l'espace par un mouvement propre rapide, de 1″,27 par an, et, circonstance remarquable, signalée pour la première fois par Bessel (*Fundamenta Astronomiæ*), l'étoile 30 Scorpion, de 7e grandeur, éloignée à 12 minutes d'arc, est animée du même mouvement de translation. C'est le premier système stellaire qui ait été découvert.

» Ce couple et cette étoile voyagent ensemble à travers l'espace, et il était intéressant de savoir si d'autres astres voisins ne partagent pas le même mouvement. Or trois étoiles se trouvent dans les conditions requises pour cet examen. L'une, de 7^e $\frac{1}{2}$ grandeur, que nous appellerons C, brille à 199 secondes à l'ouest-nord-ouest; elle est accompagnée au sud d'une petite étoile D de 10e grandeur. Une troisième, E, très-petite, de 12e grandeur à peine, se trouve juste sur la ligne idéale menée de 36 Ophiuchus à 30 Scorpion, à peu près aux deux tiers de la distance de la première à la seconde.

» J'ai examiné attentivement cette année les positions de ces trois étoiles, et j'en ai pris des mesures micrométriques réitérées; puis j'ai pu les comparer à une ancienne observation de C faite par Piazzi en 1800, à une seconde faite par Smyth en 1831, et à un diagramme tracé par ce dernier observateur en 1835.

» En 1835, l'étoile C se trouvait à 290° et 194″ de 36 Ophiuchus; l'étoile D n'a pas été mesurée, mais seulement placée graphiquement; l'étoile E a été spécialement indiquée comme se trouvant « nearly bet» ween 36 and 30, a little to the southward of a line joining them ».

» De 1835 à 1877, les deux étoiles 36 Ophiuchus et 30 Scorpion se sont déplacées dans l'espace de 53 secondes, suivant une direction formant un angle de 48 degrés avec la ligne menée d'une étoile à l'autre. Si l'on suppose que les étoiles C et E n'appartiennent pas à ce système et restent relativement fixes au fond du ciel, elles auraient dû se déplacer de la même quantité en sens contraire, et actuellement l'étoile C devrait se trouver à 307 degrés et 198 secondes, et l'étoile E devrait être fort au-dessous de la ligne de jonction, à plus de 40 secondes au nord. J'ai trouvé pour l'étoile C

306°,4 et 198″,95. Le petit compagnon D a gardé la même position relativement à C, et s'est déplacé avec lui de la même quantité. Ce double déplacement confirme le mouvement propre à

$$\text{Æ} - 0'',564 \quad \text{et} \quad \text{D.P.} + 1'',10.$$

» Mais, au contraire, l'étoile E, qui par l'exiguïté de son éclat semblait *a priori* devoir être incomparablement plus éloignée dans l'espace et indépendante du système, n'a pas subi le déplacement de perspective indiqué plus haut. Elle est encore actuellement sur la ligne menée entre les deux étoiles, et même un peu au-dessus, comme en 1835. Elle est environ aux deux tiers de 36 à 30, plus rapprochée de celle-ci que le diagramme de l'amiral Smyth ne l'indique, et si elle avait marché, ce serait vers 30 Scorpion et non parallèlement au mouvement propre. Comme il n'y pas eu de mesure de distance prise, il est probable que la position de Smyth n'est pas absolument précise quant à la distance, tandis que sa remarque de la situation sur la ligne de jonction et un peu au-dessus peut nous servir de base de comparaison.

» Ainsi, dans ce groupe de six étoiles, quatre sont animées du même mouvement propre, et deux (l'étoile C et son compagnon) sont étrangères au système et relativement immobiles. Des étoiles très-petites peuvent donc être aussi rapprochées de nous que des étoiles très-brillantes.

» Les deux composantes de l'étoile double 36 Ophiuchus ne gardent pas constamment le même éclat. Ainsi, tandis que de 1831 à 1842 l'amiral Smyth a noté la plus boréale de $4^e\frac{1}{2}$ et la plus australe de $6^e\frac{1}{2}$, j'ai trouvé le 31 juillet dernier la boréale un peu moins brillante que l'australe, estimant celle-ci de 6e et la boréale de $6^e\frac{1}{2}$. Du 10 au 20 août elles paraissaient égales. Il est donc certain que l'étoile boréale, au moins, varie sur une échelle de deux grandeurs environ.

» J'appellerai également l'attention des astronomes sur l'étoile 5858 B.A.C., située dans cette même région du ciel, et qui paraît avoir un mouvement propre considérable, de même valeur que celui des étoiles précédentes et presque de même direction, si l'on en juge par les observations de Jacob en 1853, comparées à celles de Piazzi en 1800.

» II. J'ai trouvé un résultat contraire dans l'examen du système de 40 o^2 Éridan. Les petites étoiles qui accompagnent les trois principales se sont considérablement déplacées et montrent qu'elles ne font pas partie du système. On jugera, du reste, du mouvement de l'ensemble

par la comparaison des anciennes mesures avec celles que j'ai faites cette année.

		°	″	
AB	1783....	107,5	89,0	Herschel.
	1877....	104,7	81,5	Fl.
BC	1783....	326,7	4,0	Herschel.
	1877....	130,0	4,0	Fl.
AD	1864....	105,0	75,8	Winnecke.
	1877....	147,0	38,9	Fl.
AE	1864....	312,5	89,4	Winnecke.
	1877....	339,2	109,9	Fl.

» L'étoile A, de 4ᵉ grandeur, et le couple BC, formé de deux étoiles de 9ᵉ et de 10ᵉ grandeur, forment un système physique du plus haut intérêt, emporté dans l'espace par un mouvement propre extraordinaire de 4″,10 par an. Le couple BC constitue un système orbital rapide, dont la période ne paraît pas devoir dépasser cent soixante ans. Il y a un rapprochement progressif de ce couple vers A, qui peut provenir d'un mouvement orbital s'effectuant dans le plan de notre rayon visuel, avec une légère inclinaison vers l'est. Quant aux deux petites étoiles *d* et E, de 12ᵉ et de 11ᵉ grandeur, elles restent fixes au fond de l'espace, et le système ternaire se déplace devant elles; leur position actuelle correspond précisément à celle que donne le calcul en partant des mesures de 1864 et en les transportant en sens contraire du mouvement propre reconnu à o^2; elle confirme ce mouvement à

$$Æ - 2'',17 \quad \text{et} \quad \text{D.P} + 3'',45.$$

» Le grand mouvement propre de ce système ternaire, le mouvement orbital rapide du couple et l'éclat de l'étoile principale nous invitent à penser que ce système n'est pas très-éloigné de nous et que des mesures minutieuses feraient trouver une parallaxe sensible. Il serait du plus haut intérêt qu'un astronome de l'hémisphère austral s'adonnât à cette recherche.

» A propos du mouvement propre des étoiles 7510 B.A.C et 2801.Σ, que j'ai signalé récemment à l'attention des astronomes, j'ai reçu une Communication de M. Safford (Observatoire de Williams-College, États-Unis) qui m'annonce que le chiffre du B.A.C pour la première de ces deux étoiles est erroné et qu'on a tort de l'adopter. En effet, un calcul très-rigoureux de M. Safford, fait sur toutes les observations de cette étoile, donne pour sa position :

Ascension droite.......... ..	$21^h28^m57^s,09 + 0^s,016\,(t - 1855)$
Déclinaison........	$79°53'29'',\ 2 - 0'',018\,(t - 1855)$

ce qui montre une fois de plus combien la vérification des mouvements propres est nécessaire aujourd'hui. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Forme générale des coefficients de certains développements.* Note de M. D. ANDRÉ, présentée par M. Hermite.

« I. Les coefficients que je considère sont ceux des développements, suivant les puissances ascendantes soit de k, soit de x, d'une fonction très-générale $\varphi(x)$, qui comprend les fonctions elliptiques $\lambda(x)$, $\mu(x)$ comme cas particuliers. Je regarde d'ailleurs cette fonction $\varphi(x)$ comme définie par l'équation

$$(1) \qquad \sum_0^n C_s \frac{d^s\varphi}{dx^s} = k\Phi,$$

dont le premier membre est celui d'une équation linéaire d'ordre n, à coefficients constants, et au second membre de laquelle Φ représente un polynôme quelconque, entier par rapport à la fonction φ, à la variable x, à l'indéterminée k et à des exponentielles de la forme e^{mx}.

» II. Soient v_t et V_t les coefficients de k^t dans les développements respectifs, par rapport à k, d'abord de la fonction φ, ensuite de l'expression qu'on obtient en portant ce développement de φ dans le polynôme Φ. Il vient

$$(2) \qquad \sum_0^n {}_s C_s \frac{d^s v_t}{dx^s} = V_{t-1};$$

et, comme V_{t-1} ne dépend que des v d'indice inférieur à t, dès que l'on connaît tous ces v, l'équation (2) devient une simple équation linéaire à coefficients constants et à second membre; on sait donc l'intégrer, c'est-à-dire calculer v_t. C'est un moyen d'intégrer de proche en proche l'équation (1); c'en est un aussi de déterminer la forme générale de v_t. Il est, en effet, évident que v_0, v_1, v_2 sont de la forme $\Sigma G_{i,j} e^{g_i x} x^j$. Or le mode de calcul employé montre que, si cette forme est vraie pour v_{t-1}, elle l'est aussi pour v_t. C'est donc la forme générale de v_t.

» Pour étudier le développement de $\varphi(x)$ par rapport à x, je pose

$$\varphi(x) = F_0 - F_1 \frac{x}{1!} + F_2 \frac{x^2}{2!} - F_3 \frac{x^3}{3!} + \ldots$$

et, en même temps,

$$F_r = \theta_{r,0} + \theta_{r,1} k + \theta_{r,2} k^2 + \theta_{r,3} k^3 + \ldots.$$

» Le coefficient $\theta_{r,t}$, que je regarde comme fonction de r, en supposant t constant, n'est, au signe près, que le coefficient de $\frac{x^r}{r!}$ dans v_t. Donc $\theta_{r,t}$ est de la forme $\Sigma_i \xi_i(r) g_i^r$, dans laquelle $\xi_i(r)$ représente un polynôme entier en r; d'où il suit que $\theta_{r,t}$ constitue le terme général d'une série récurrente dont l'équation génératrice a pour racines les quantités g_i.

» III. Dans le cas général où on laisse à l'équation (1) son entière généralité, on ne peut guère préciser davantage les formes des coefficients v_t et $\theta_{r,t}$; mais, dans chaque cas particulier, on peut déterminer et les limites des Σ que présentent ces deux formes, et l'équation génératrice de la série récurrente correspondant à la seconde.

» Dans le cas, par exemple, de l'équation

$$\frac{d^2\lambda}{dx^2} + \lambda = k^2(2\lambda^3 - \lambda),$$

qui, jointe aux valeurs de $\lambda(x)$ et de sa dérivée pour $x = 0$, définit la fonction elliptique $\lambda(x)$, si l'on pose, comme on le peut,

$$\lambda(x) = \sum_t^{\infty} u_t k^{2t}, \quad \lambda(x) = \sum_r^{\infty} (-1)^r \mathrm{A}_r \frac{x^{2r+1}}{(2r+1)!}, \quad \mathrm{A}_r = \sum_t^{r} \alpha_{r,t} k^{2t},$$

on trouve, d'abord pour u_t, la formule

$$u_t = \sum p_{i,j} x^{2i} \sin(2j+1)x + \sum q_{i,j} x^{2i+1} \cos(2j+1)x,$$

où $p_{i,j}$, $q_{i,j}$ sont des coefficients constants et i, j des entiers non négatifs, prenant, dans le premier Σ, toutes les valeurs satisfaisant à la condition $2i + j \leq t$, et, dans le second, toutes celles qui répondent à la condition $2i + 1 + j \leq t$; ensuite, pour $\alpha_{r,t}$, la formule

$$\alpha_{r,t} = \sum_j^{t} \xi_j(r)(2j+1)^{2r},$$

où $\xi_j(r)$ représente un polynôme entier en r du degré $t - j$; et enfin

$$(z - 1^2)^{t+1}(z - 3^2)^t(z - 5^2)^{t-1} \ldots [z - (2t+1)^2] = 0,$$

pour l'équation génératrice de la série récurrente dont $\alpha_{r,t}$, regardé comme fonction de r, constitue le terme général. »

GÉOMÉTRIE. — *Nouveau mode de représentation plane de classes de surfaces réglées.* Note de M. A. MANNHEIM, pésentée par M. O. Bonnet.

« Le mode de représentation que je vais commencer à faire connaître aujourd'hui permet d'arriver, d'une manière simple, non-seulement à des propriétés déjà démontrées, ainsi qu'à des extensions dont il est question dans la Lettre suivante que vient de m'adresser M. O. Bonnet, mais encore à d'autres extensions nouvelles :

« Vous avez annoncé l'intention de revenir, dans vos intéressantes études relatives aux surfaces réglées, sur les propriétés de la surface lieu des normales principales communes à deux courbes. Vous m'obligeriez beaucoup, si vous mettez votre projet à exécution, de vouloir bien signaler quelques réclamations de priorité que le manque d'occasion favorable m'a jusqu'ici empêché de produire.

» La formule que vous attribuez (¹) à M. Bertrand se trouve dans mon premier Mémoire *Sur la théorie générale des surfaces*, publié en 1848, p. 136, l. 2; le théorème de M. P. Serret est démontré p. 135, l. 15, enfin la propriété donnée par M. Schell résulte immédiatement des deux formules écrites p. 61, l. 5 et 9 en remontant.

» J'ajoute que les propriétés attribuées à MM. Bertrand et Schell, relatives à deux courbes tracées sur une surface réglée, et qui sont à la fois lignes asymptotiques et trajectoires orthogonales des génératrices, sont, dans mon Mémoire de 1848, généralisées et étendues à deux courbes qui ne sont que trajectoires orthogonales, et la généralisation consiste en ce que les rayons de courbure et de torsion, qui figurent dans les formules données par MM. Bertrand et Schell, sont remplacés par les rayons de courbure et de torsion géodésique des nouvelles lignes considérées. Quant au théorème démontré par M. P. Serret, j'en ai donné aussi, il y a longtemps, cette généralisation (*Comptes rendus*, t. XLVI, p. 906). *Soient a et b les points où une génératrice* G *d'une surface réglée est rencontrée par deux trajectoires orthogonales : l'angle des plans tangents en a et en b varie lorsqu'on passe de* G *à une génératrice infiniment voisine de la différence des angles de contingence des sections normales à* G *aux points a et b*. Agréez, etc. »

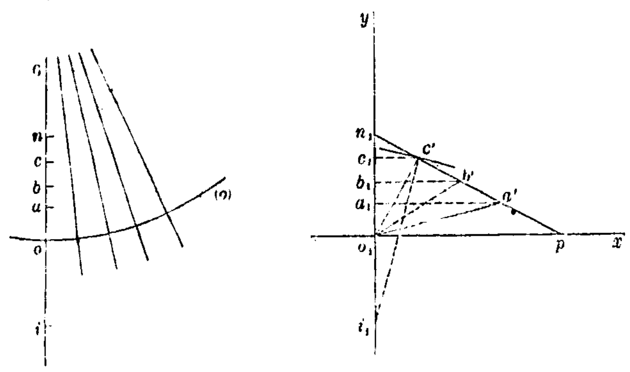
» Pour représenter ce qui concerne les plans tangents à une surface réglée (G) pour une génératrice G, j'emploie une *droite auxiliaire* (²).

(¹) *Comptes rendus*, séance du 23 juillet 1877.

(²) Rappelons la définition de la *droite auxiliaire*. Soit un angle droit $x o_1 y$, l'axe $o_1 y$ correspondant à G et au point o. Menons $o_1 b'$ de façon que $x o_1 b'$ soit égal à l'angle des plans tangents en b et o à (G). Portons ob en $o_1 b_1$ et élevons à $o_1 y$ la perpendiculaire $o_1 b'$: nous obtenons b'. Les points analogues pour les différents points de G sont sur une droite $n_1 p$ qui est notre *droite auxiliaire* pour G et l'origine o.

Si on est égal à $o_1 n_1$, le plan tangent en o est normal en n. Le segment $o_1 p$ est la moyenne géométrique des rayons de courbure de (G) en o. Projetons o_1 en c' et ce point en c_1 : en portant $o_1 c_1$ en oc sur G, on a le point central c. Traçons à partir de o la trajec-

» Si, au lieu de prendre une seule génératrice, on considère toutes les génératrices et leurs droites auxiliaires rapportées à un même système d'axes, on aura par l'enveloppe de ces droites une courbe représentative de la surface réglée.



» Pour exposer ce mode de représentation, nous l'appliquerons d'abord aux *surfaces formées par les normales principales communes à deux courbes*. Appelons (S_n) le lieu des normales principales de (o); soit $n_1 p$ la droite auxiliaire relative à o et à la normale G. Appelons a' le point où $n_1 p$ est coupé par la droite auxiliaire relative au point de (o) qui est infiniment voisin de o et à la normale correspondante G'. Projetons a' en a_1 et portons $o_1 a_1$ en oa sur G. Sur G' nous avons un point analogue à a en portant le même segment $o_1 a_1$. Le plan tangent en ce point fait, avec le plan tangent au point où G' coupe (o), un angle qui est égal à l'angle des plans tangents en o et a, parce que chacun de ces angles est égal à $x o_1 a'$, et, comme deux droites auxiliaires se coupent toujours, on voit que :

» *Si l'on déplace infiniment peu le faisceau formé par tous les plans passant par* G, *de façon que cette droite reste une génératrice de* (S_n), *que* o *décrive* (o), *il existe toujours un de ces plans qui, après le déplacement, est tangent à* (S_n) *au point où vient se placer le point où il touchait cette surface.*

» La caractéristique de ce plan tangent est perpendiculaire à G, parce

---

toire orthogonale (o) des génératrices de (G) : $o_1 n_1$ en est le rayon de courbure géodésique et $o_1 p$ le rayon de torsion géodésique.

Enfin, si (o) est une ligne asymptotique, $o_1 n_1$ et $o_1 p$ sont les rayons de courbure de cette courbe. Dans ce cas (G) est le lieu des normales principales de (o).

La droite auxiliaire relative à un point i_1, correspondant au point i, est la perpendiculaire élevée en c' à la droit $c' i_1$ [*Mémoire sur les pinceaux de droites* (*Journal de Mathématiques*, 2e série, t. XVII)].

que, (o) étant une ligne asymptotique de (S_n), la caractéristique du plan tangent en o est perpendiculaire à G. Ainsi, pendant que a décrit un élément perpendiculaire à G, le plan tangent en a a pour caractéristique une perpendiculaire à G : l'élément décrit par a appartient donc à une ligne asymptotique de (S_n). Ainsi :

» *Sur la normale principale* G *d'une courbe* (o) *il existe toujours un point* a *pour lequel la ligne asymptotique de la surface des normales principales de* (o) *est perpendiculaire à* G.

» En a les rayons de courbure principaux de (S_n) sont égaux et de signes contraires. Nous désignerons par (a) le lieu des points tels que a.

» Puisque deux droites auxiliaires ne peuvent avoir deux points communs sans se confondre, nous voyons que :

» *Si, sur une normale* G, *il y a, en dehors de* o, *deux points pour lesquels les lignes asymptotiques de* (S_n) *rencontrent* G *à angle droit, tous les autres points de* G *jouissent de la même propriété.*

» Supposons maintenant que toutes les droites auxiliaires relatives à une surface (S_n) passent par un même point a', c'est-à-dire que *la courbe représentative soit la plus simple de toutes, qu'elle soit réduite à un point :*

» On a alors, entre les inverses des coordonnées à l'origine de ces droites, une relation linéaire. Désignons par ρ le rayon de courbure $o_1 n_1$ de (o), par r le rayon de seconde courbure $o_1 p$, par a le segment $o_1 a_1$ et par ω l'angle $p o_1 a'$; cette relation est

$$\frac{\frac{a}{\operatorname{tang}\omega}}{r} + \frac{a}{\rho} = 1.$$

» La courbe (a) est, dans le cas actuel, une trajectoire orthogonale de (S_n) et cette courbe, d'après ce qui précède, est une ligne asymptotique de cette surface; ou encore (S_n) est le lieu des normales principales de (o). On voit donc que :

» *Si, entre les courbures d'une courbe, on a une relation linéaire, les normales principales de cette courbe sont les normales principales d'une autre courbe.*

» On démontre facilement la propriété réciproque.

» Parmi les droites auxiliaires passant en a', on doit signaler $o_1 a'$ et $a_1 a'$. A chacune de ces droites correspondent sur (S_n) des génératrices le long desquelles il y a un plan tangent unique. Ainsi :

» *Sur la surface formée par les normales principales communes à deux courbes, il y a toujours au moins deux génératrices pour chacune desquelles la surface admet un plan tangent unique.*

» Dans une prochaine Communication, je considérerai d'autres courbes représentatives de surfaces (S_n). »

PHYSIQUE. — *Expériences sur la décharge disruptive, faites avec la pile à chlorure d'argent.* Note de MM. **Warren de la Rue** et **H.-W. Müller.**

« En 1868 (¹) et en 1875 (²), nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie des expériences faites avec la pile constante à chlorure d'argent. Celle dont nous nous servions en 1875 était de 3240 éléments; aujourd'hui, nous avons 8040 éléments en action et 2400 éléments nouveaux prêts à être chargés. Nous nous proposons, dans la Communication actuelle, de présenter à l'Académie un résumé succinct des principaux résultats que nous avons exposés en détail dans un Mémoire présenté à la Société Royale de Londres.

» La décharge de la pile, avec un ou deux pôles en forme de pointe, présente plusieurs phénomènes intéressants qui précèdent le passage véritable de l'étincelle, et qui n'ont pas lieu avec d'autres formes d'extrémités polaires, par exemple des sphères ou des disques. Avec 8040 éléments, la distance explosive entre une pointe positive et un disque est de $0^{po},34$ ($8^{mm},64$), mais il y a toujours une décharge lumineuse et très-apparente bien au delà de la distance mesurable par notre micromètre, laquelle est de $29^{mm},5$. Ainsi l'on peut mettre en évidence le passage d'un courant entre des pôles séparés de 13 à 15 centimètres, en interposant un tube de Geissler sur l'un des fils de communication, car ce tube devient lumineux quand même le courant est trop faible pour donner une lueur entre les extrémités polaires de l'excitateur.

» Le courant qui passe dans les décharges lumineuses qui précèdent l'étincelle explosive est très-faible en comparaison de celui qui a lieu après la décharge, et la formation de l'arc voltaïque, même quand la distance des pôles ne dépasse pas de plus de $0^{mm},5$ celle qui produit l'étincelle entre une pointe et un disque avec 8040 éléments. Nous avons constaté qu'à $0^{po},36$ ($9^{mm},14$) le courant n'est que le $\frac{1}{2664}$ partie de celui qui passe après la décharge disruptive et la formation de l'arc à une distance de $8^{mm},64$. Le

---

(¹) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 794-798.
(²) *Ibid.*, t. LXXXI, p. 686-746.

courant est réduit à $\frac{1}{45000}$ quand la pointe et le disque sont éloignés de $29^{mm},46$.

» Même à cette dernière distance, la lumière entre les extrémités polaires est très-visible, et quand on les rapproche, la pointe étant positive, il se produit un sifflement très-fort et même un bruit de crécelle. Le sifflement est moins fort quand la pointe est négative.

» L'apparence de la décharge est très-différente suivant que la pointe est positive ou négative. Si l'on examine cette décharge à l'aide d'un microscope coudé muni d'un miroir tournant entre l'objectif et l'oculaire, on constate qu'elle est bien moins continue quand la pointe est positive que lorsqu'elle est négative. En effet, dans le premier cas, il se produit plusieurs images distinctes avec une rotation lente du miroir, tandis que, si la pointe est négative, une vitesse du miroir de dix-sept tours par seconde ne sépare pas la décharge en images distinctes.

» Si l'on place sur le disque, qui forme l'un des pôles, une bande de papier à lettres bien desséchée, d'une épaisseur de $0^{mm},10791$ et de même largeur que le disque, qui présente une surface de $11^{cq},401$, il y a une adhérence très-forte entre le papier et le disque. L'adhérence est plus forte quand la pointe en regard est négative. Quand la distance des pôles est de $0^{po},36$ ($9^{mm},14$), il faut une force de traction de 30 000 grains (1944 grammes) avec la pointe négative, et de 18 000 grains (1166 grammes) avec la pointe positive, pour faire glisser le papier sur le disque. Une fois la communication avec la batterie interrompue, il faut, pour reproduire la même adhérence, mettre sur la bande de papier une plaque chargée respectivement de $8403^{gr},8$ et de $3468^{gr},6$.

» Quand on emploie des pôles à surfaces sphériques ou planes, on n'observe pas de phénomènes lumineux avant l'étincelle disruptive; il n'y a aussi qu'une adhérence presque inappréciable entre la bande de papier et ces pôles, et la feuille prend ordinairement une position diagonale entre eux.

» Avec une pointe et un disque, la décharge disruptive est plus longue quand la pointe est positive pour une pile de 5000 à 8000 éléments; mais pour un nombre moindre d'éléments, de 1000 à 3000, elle est plus longue quand la pointe est négative.

» La longueur de l'étincelle dépend aussi beaucoup de la forme de la pointe. Ainsi, entre un cône de 20 degrés et un disque, la distance explosive était de $0^{po},184$ avec 5640 éléments et de $0^{po},267$ avec 8040 éléments, tandis qu'avec une pointe dont la forme se rapproche de celle d'un para-

boloïde de même longueur et de même base que le cône, l'étincelle pour 5640 éléments était de $0^{po},237$ et pour 8040 éléments de $0^{po},343$. Les rapports $\frac{184}{237} = 0,776$ et $\frac{267}{243} = 0,778$, presque identiques, représentent la proportion qui existe entre la longueur de l'étincelle obtenue avec une pointe conique et celle de l'étincelle obtenue avec une pointe parabolique.

» La distance explosive entre une pointe et un disque s'accorde assez bien avec l'hypothèse que cette distance augmente en raison directe du carré du nombre des éléments, comme on le voit dans la Table suivante :

Nombre d'élém..	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000
Dist. observée.	0,0051	0,0221	0,0554	0,103	0,159	0,220	0,284	0,352
Dist. calculée.	0,0055	0,0220	0,0495	0,088	0,1375	0,198	0.2695	0,352

Entre des surfaces planes, sphériques ou cylindriques, la distance explosive ne suit pas cette loi et, au contraire, l'accroissement de la distance est à peu près proportionnel à l'augmentation du nombre des éléments. Par exemple, avec 1000 éléments entre deux surfaces sphériques, la distance explosive est de $0^{mm},127$; entre une pointe et une plaque, on obtient à peu de chose près la même distance, c'est-à-dire $0^{mm},1295$; mais, avec 8000 éléments, la distance explosive entre deux surfaces sphériques n'est que de $2^{mm},078$, tandis qu'entre une pointe et un disque elle est de $8^{mm},94$, et entre deux pointes de $10^{mm},2$.

» Dans la plupart des cas, la nature du métal n'influe pas sur la longueur de l'étincelle; cependant l'aluminium présente une exception frappante et donne une étincelle beaucoup plus longue. Avec une pointe d'aluminium, l'étincelle est plus longue que pour les autres métaux, dans le rapport de 1,242 à 1.

» La longueur de l'étincelle varie, dans différents gaz, aux pressions atmosphériques ordinaires, ainsi que nous l'avions du reste prévu d'après nos expériences avec les tubes de Geissler, mais la longueur de l'étincelle n'est en relation simple ni avec la pesanteur spécifique du gaz ni avec sa viscosité, et le rapport des distances varie aussi avec la forme des pôles.

» L'apparence de l'arc n'est pas la même dans les différents gaz.

» Dans l'air, cet arc examiné avec le microscope présente une apparence de stratification évidente, spécialement dans l'espèce de boule qui entoure le fuseau brillant du centre. Les stries sont extrêmement rapprochées et on ne les voit qu'avec une très-grande difficulté, même à l'aide du miroir tournant.

» Dans l'hydrogène, avec la pointe positive, le fuseau central de l'arc est

entouré d'une magnifique auréole bleue, semblable à une cloche en verre éclairée par une lumière fluorescente et très-brillante sur le disque. Quand la pointe est négative, l'arc se meut très-rapidement et forme une espèce d'étoile sur le disque positif. Dans ce cas, avant que la décharge disruptive ait lieu, une auréole très-pâle, en forme de cloche, et ayant une teinte olive foncée, s'étend de la pointe jusqu'à la périphérie du disque.

» Dans l'azote, l'arc est d'un violet rougeâtre. Dans l'oxygène, il présente un aspect analogue à celui qu'il a dans l'air.

» Quand une forte résistance, 4 000 000 d'ohms, par exemple, est interposée dans le circuit, le caractère de la décharge est complétement modifié : au lieu de la décharge disruptive ordinaire avec la formation de l'arc voltaïque, une série d'étincelles brillantes passent avec pétillement entre les pôles, à des intervalles plus ou moins courts, exactement comme les étincelles d'une machine électrique. Ces étincelles percent une bande de papier à lettres interposée entre les pôles, en y faisant de très-petits trous. La décharge ne se produit plus à une aussi grande distance quand on interpose la résistance de 4 000 000 d'ohms : pour 3040 éléments, il est ordinairement nécessaire d'approcher la pointe à $0^{po},30$, alors que, s'il n'y avait pas de résistance, l'étincelle se produirait à $0^{po},34$.

» Nous remettons à une autre Communication la description de nos expériences avec des condensateurs, ainsi que de celles qui sont relatives aux phénomènes d'induction. Nous nous bornons, en terminant, à dire que nous avons constaté qu'il n'y a ni allongement ni raccourcissement dans un fil métallique soumis à une forte décharge électrique, comme celle d'un condensateur d'une capacité de 42,8 microfarads, chargé par 3240 éléments, laquelle volatilise un fil de platine de 25 centimètres de long et de $0^{mm},317$ de diamètre.

» Nous avons fait aussi beaucoup d'expériences avec les tubes contenant des gaz raréfiés; nous nous occupons actuellement d'en analyser les résultats et d'en préparer la description. »

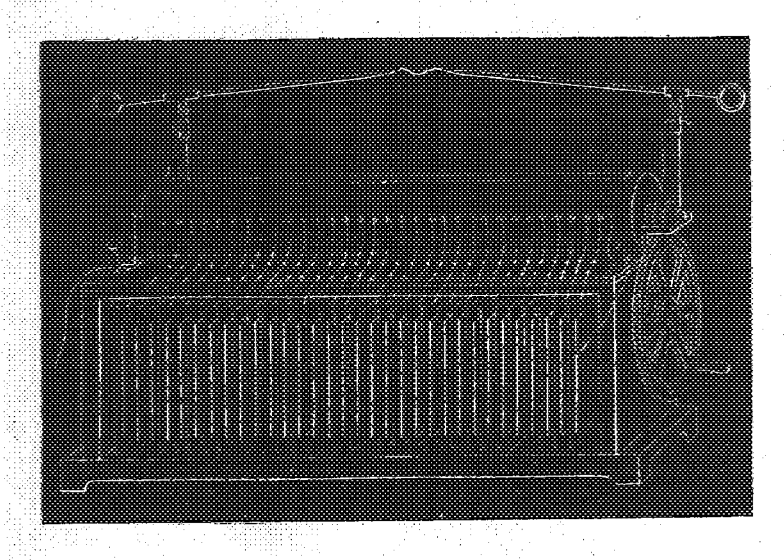
PHYSIQUE. — *Machine rhéostatique.* Note de M. G. PLANTÉ.

« On sait que Franklin a fait usage de séries de bouteilles de Leyde ou de carreaux fulminants, disposés en cascade, pour obtenir de fortes décharges d'électricité statique; que, d'un autre côté, Volta, Ritter, Cruikshank, etc., ont pu charger des condensateurs, à l'aide de la pile, et que ces résultats

ont donné lieu à des recherches, par le calcul ou l'expérience, de la part d'un grand nombre de physiciens.

» Je me suis trouvé conduit à étudier, à mon tour, les effets statiques de l'électricité voltaïque, à l'aide de la batterie secondaire de 800 couples dont je dispose actuellement, et j'ai réalisé un appareil qui montre l'intensité que ces effets peuvent acquérir.

» Après avoir constaté combien il était facile de charger rapidement, avec cette batterie, un condensateur à lame isolante suffisamment mince, en verre, mica, gutta-percha, paraffine, etc., j'ai réuni un certain nombre de condensateurs formés, de préférence, avec du mica recouvert de feuilles d'étain, et je les ai disposés comme les couples de la batterie secondaire elle-même, de manière à pouvoir être aisément chargés en *quantité*, et déchargés en *tension*.



» Toutes les pièces de l'appareil ont dû être naturellement isolées avec soin. Le commutateur est formé d'un long cylindre en caoutchouc durci, muni de bandes métalliques longitudinales, destinées à réunir les condensateurs en surface, et traversé, en même temps, par des fils de cuivre, coudés à leurs extrémités, ayant pour objet d'associer les condensateurs en tension. Des lamelles ou des fils métalliques façonnés en ressorts sont mis en relation avec les deux armatures de chaque condensateur et fixés, sur une plaque en ébonite, de chaque côté du cylindre qui peut être animé d'un mouvement de rotation.

» Si l'on fait communiquer les deux bornes de l'appareil avec la batterie

secondaire de 800 couples, même plusieurs jours après l'avoir chargée avec deux éléments de Bunsen, et si l'on met le commutateur en rotation, on obtient, entre les branches de l'excitateur, auxquelles aboutissent les armatures des condensateurs extrêmes, une série d'étincelles tout à fait semblables à celles que donnent les machines électriques munies de condensateurs. En employant un appareil formé seulement de trente condensateurs, ayant chacun 3 décimètres carrés de surface, j'ai obtenu des étincelles de 4 centimètres de longueur.

» La tension d'une batterie secondaire de 800 couples n'est pas nécessaire pour produire des effets marqués avec cet appareil. En ne faisant agir que 200 couples, on a des étincelles de 8 millimètres, et l'on pourra, sans doute, en diminuant encore l'épaisseur des lames isolantes et en multipliant le nombre des condensateurs, obtenir des effets avec une source d'électricité de moindre tension.

» Il y a lieu de remarquer que les décharges d'électricité statique, fournies par l'appareil, ne sont pas de sens alternativement positif et négatif, mais toujours dans le même sens, et que la perte de force résultant de la transformation doit être moindre que dans les appareils d'induction ; car, le circuit voltaïque n'étant pas fermé un seul instant sur lui-même, il n'y a pas conversion d'une partie du courant en effet calorifique.

» On peut maintenir longtemps l'appareil en rotation et produire un nombre considérable de décharges sans que la batterie secondaire paraisse sensiblement affaiblie. Cela vient de ce que chaque décharge n'enlève qu'une quantité très-minime d'électricité, et que, comme il est dit plus haut, le circuit de la batterie n'est pas fermé par un corps conducteur. L'électricité de la source se répand simplement sur les surfaces polaires offertes par tous les condensateurs, au fur et à mesure qu'on les décharge. Mais cette émission constamment répétée doit finir néanmoins par enlever une certaine quantité d'électricité, et, quand l'instrument est chargé par une batterie secondaire, il ne semble pas impossible d'épuiser à la longue, sous forme d'effets statiques, la quantité limitée d'électricité que peut fournir le courant de la batterie.

» On réalise donc ainsi, par une autre voie que celle de l'induction proprement dite, à l'aide d'un simple effet d'influence statique sans cesse renouvelé, la transformation de l'électricité dynamique, de sorte que cet appareil peut être désigné sous le nom de *machine rhéostatique.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les variations barométriques semi-diurnes.* Note de M. H. DE PARVILLE.

« Chargé, en 1859, par M. Durocher, Correspondant de l'Académie, ingénieur en chef au corps des Mines, de faire des observations météorologiques suivies à San Carlos (Nicaragua), mon attention dut se porter naturellement sur un des phénomènes les plus curieux de la zone équatoriale, sur la « variation barométrique semi-diurne », qui venait d'ailleurs de faire l'objet des remarquables études de M. Ch. Sainte-Claire Deville, dans les Antilles. Mes observations ont duré près de neuf mois, de mars à novembre. Une Note récente de M. Faye (1), un travail plus récent encore de M. Poëy (2), m'engagent à faire connaître les résultats de mes recherches, qui sont peut-être de nature à modifier un peu l'opinion qu'on se fait généralement de la régularité absolue des variations barométriques dans la zone tropicale.

» On répète dans presque tous les ouvrages classiques que les changements de pression sont d'une telle régularité sous les tropiques que le baromètre pourrait servir d'horloge. M. Faye écrivait récemment :

« M. de Humboldt a observé en 1860 que les maximum et les minimum donnaient l'heure à quinze ou dix-sept minutes près. Dix années après, on pouvait répondre à deux minutes près de l'égalité de deux périodes moyennes. Quarante ans plus tard, cette égalité était certaine à $\frac{1}{15}$ de seconde près; aujourd'hui, à $\frac{1}{30}$ près. »

» Mes observations sont bien loin de s'accorder avec des chiffres aussi rigoureusement précis. Il est possible qu'il en soit ainsi exceptionnellement sur quelques plateaux; mais, en général, la loi de variation est plus complexe et n'offre pas à l'observateur cette régularité mathématique. De 10 à 11 degrés de latitude nord et de 72 à 88 degrés de longitude ouest, les heures tropiques présentent des écarts sensibles, du bord de la mer jusqu'à l'altitude explorée de 50 à 60 mètres.

» Notre station principale d'observations était située à San-Carlos, par

---

(1) *Note sur la partie cosmique de la Météorologie* (*Comptes rendus*, n° 5, t. LXXXV, juillet 1877).

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 718.

11°,7 de latitude nord et 87°,5 de longitude ouest, à 40 mètres au-dessus du niveau de la mer, au point où le fleuve San-Juan débouche du grand lac de Nicaragua. Les observations étaient recueillies d'heure en heure pendant la journée et souvent de deux heures en deux heures pendant la nuit. A San-Carlos le maximum du matin tombe entre $9^h 20^m$ et $10^h 5^m$, soit un écart, dépendant de circonstances indéterminées, de trois quarts d'heure. Le minimum survient entre $4^h 15^m$ et $4^h 40^m$, soit un écart de vingt-cinq minutes. Le maximum du soir a lieu après 10 heures et le minimum de nuit vers $3^h 15^m$, avec des écarts mal déterminés. L'écart entre les heures tropiques du soir ou grande période est approximativement de six heures; l'écart entre les heures tropiques de nuit ou petite période n'est plus que de cinq heures environ. L'avance ou le retard des minimum et des maximum s'est produit en toute saison, accidentellement et peut-être sous l'action de forts vents alizés ou de violents coups de vents de sud-ouest (1). Bien que, sous la zone équatoriale, les vents n'exercent qu'une faible influence sur le baromètre, il serait sans doute exagéré de la nier d'une manière absolue.

» La variation horaire est loin d'être uniforme. Nous l'avons trouvée de 1 à 2 dixièmes de millimètre entre 8 et 9 heures du matin, insensible de 9 heures à 10 heures. De 1 heure à 3 heures, elle atteint de plus en plus vite 5, 6 et 7 dixièmes de millimètre; alors elle diminue et se réduit à zéro de 4 heures à 5 heures. A San-Carlos, en juillet (saison des pluies), le maximum varie de 758 à 760, le minimum de 756,7 à 756 pour le jour. Pendant la nuit le maximum varie entre 760 et 758,7, le minimum entre 757,8 et 757.

» L'amplitude de la période de jour, en juillet, peut atteindre et dépasser un peu 3 millimètres; d'un jour à l'autre elle peut varier comme il suit: 1,5; 3,2; 2,40; 2,30,.... L'amplitude de la période de nuit peut aller jusqu'à 2,5; en général, elle est de 1,80; 1,5. La saison modifie ce chiffre, le baromètre reste un peu plus bas, à $1\frac{1}{2}$ millième près, de juin à septembre, pendant la saison des pluies, que de novembre à mai. L'amplitude de l'oscillation est aussi diminuée à San-Carlos, pendant la saison pluvieuse, de quelques dixièmes de millimètre; il en est de même à Bogota et dans les Antilles.

(1) En Amérique centrale les alizés règnent d'octobre à avril; en mai s'établissent définitivement les vents du sud-ouest.

» On peut dégager, en somme, de nos observations de mars en novembre, les conclusions suivantes :

» 1° Les heures tropiques peuvent présenter, à quelques jours d'intervalle, des écarts qui, pendant la grande période, atteignent jusqu'à 45 minutes ; 2° les variations barométriques entre les heures tropiques ne sont pas uniformes ; le maximum de la descente de la colonne de mercure survient vers 3 heures ; 3° l'égalité entre les périodes de jour et de nuit n'a jamais lieu ; 4° l'amplitude de la variation est plus grande le jour que la nuit, plus grande pendant la saison sèche que pendant la saison humide.

» Dans une prochaine Note je prendrai la liberté, si l'Académie le permet, d'examiner les causes probables des variations semi-diurnes du baromètre sous l'équateur et dans les zones tempérées. »

CHIMIE. — *De l'action des acides anhydres sur les bases anhydres.* Note de M. J. **Béchamp**. (Extrait par l'auteur.)

« C'est encore une question de savoir si les acides anhydres, que quelques chimistes modernes appellent *anhydrides* pour leur dénier leur fonction d'acides, sont oui ou non des acides. Si l'on démontre que des acides anhydres, quelle que soit leur nature, sont capables de s'unir de toute pièce avec des bases anhydres, diverses aussi de nature, la théorie de Lavoisier, qui ne considère que des acides et des bases anhydres, en recevra une éclatante confirmation.

» I. *Action des acides minéraux anhydres sur les bases minérales anhydres.* — M. Bussy a déjà démontré que le sulfate de baryte pouvait se former en mettant en présence l'acide sulfurique anhydre et la baryte anhydre.

» On peut de même former le borate de chaux en projetant de la chaux anhydre dans l'acide borique anhydre en fusion tranquille. La combinaison se fait avec dégagement de chaleur et de lumière.

» II. *Action des acides organiques anhydres sur les bases minérales anhydres.* — J'ai fait agir les acides acétique, butyrique, caproïque anhydres sur les oxydes de calcium, de baryum, de plomb et de mercure anhydres.

» *Action de l'acide acétique anhydre sur la chaux anhydre.* — La base mélangée avec un excès d'acide absolument pur est introduite dans un tube en verre vert ; un thermomètre plonge dans le mélange ; le tube est ensuite scellé à la lampe. On chauffe dans un bain à 133 degrés pendant quatre heures. La température intérieure du tube est à 141 degrés et se maintient pendant vingt minutes environ. La masse augmente de volume : la chaux

s'éteint dans l'acide acétique anhydre. Le produit, débarrassé de l'excès d'acide et dissous dans l'eau, cristallise comme l'acétate de chaux et en a la composition.

» L'acide acétique anhydre se combine directement avec la baryte anhydre à 100 degrés.

» Les acides butyrique et caproïque anhydres s'unissent directement à la chaux anhydre à 120 degrés. La quantité de sels que l'on doit obtenir, calculée d'après la quantité de chaux employée, est presque théorique.

» L'acide acétique anhydre s'unit de toute pièce aux oxydes de plomb et de mercure parfaitement secs. Les sels obtenus, en quantité presque théorique, débarrassés de l'excès d'acide, sont dissous dans l'eau et cristallisent avec les caractères propres à chacun d'eux.

» Dans l'expérience avec l'oxyde de mercure, il ne faut pas dépasser 105 degrés. Dans un cas où cela avait été fait, la matière était devenue noire et le tube a volé en éclats lors de son ouverture. Je signale ce fait pour le reprendre plus tard.

» III. *Action des acides minéraux anhydres sur les oxydes des radicaux organiques anhydres.* — Je n'ai pas fait d'expériences pour ce cas particulier, des exemples étant déjà connus.

» MM. Dumas et Peligot ont obtenu le sulfate de méthyle en faisant arriver au contact l'acide sulfurique anhydre et l'oxyde de méthyle.

» M. Wetherill produit le sulfate d'éthyle en faisant arriver l'acide sulfurique anhydre en vapeur dans l'éther anhydre.

» IV. *Action des acides organiques anhydres sur les oxydes des radicaux organiques anhydres.* — Ces combinaisons ne s'obtiennent qu'avec difficulté : il faut un temps de chauffe très-long.

» M. Wurtz a uni directement l'oxyde d'éthylène à l'acide acétique anhydre, en obtenant l'acétate éthylénique et des acétates propyléthyléniques.

» J'ai uni directement les acides butyrique et acétique anhydres avec l'oxyde d'éthyle anhydre. Les éthers obtenus ont les mêmes caractères et le même point d'ébullition que ceux obtenus par les méthodes ordinaires. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le dosage du sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux.* Note de M. **Aimé Girard**.

« J'ai publié, au commencement de l'année 1876, en collaboration avec M. Laborde, une Note dans laquelle nous avons cherché à établir

l'exactitude d'une opinion émise précédemment par M. Dubrunfaut et démontré que le sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux, à moins de circonstances anomales, ne possède pas de pouvoir rotatoire appréciable, que, par conséquent, il ne convient pas d'affecter ce sucre réducteur du coefficient 0,38, pour augmenter, du produit ainsi obtenu, la richesse saccharine fournie par l'observation polarimétrique directe.

» En faisant connaître les résultats que nous avions obtenus dans cette circonstance, M. Laborde et moi, il ne m'avait pas paru utile de décrire le procédé analytique auquel je m'étais arrêté; ce procédé, en effet, ne présente aucune particularité nouvelle.

» Mais, en présence des discussions que nos recherches ont fait naître, persuadé que les divergences d'opinions qui se sont produites tiennent surtout à la différence des procédés employés pour l'analyse des sucres, je crois devoir décrire la marche que j'avais adoptée pour les recherches que je viens de rappeler.

» Le dosage du sucre réducteur par la liqueur cupropotassique titrée constitue une méthode excellente; mais, lorsque cette méthode est appliquée à des sucres très-riches en glucose, et d'ailleurs colorés, elle présente certaines chances d'inexactitude. La disparition de la couleur bleue est accompagnée de la production de colorations vertes et brunes, dont l'appréciation peut, dans certains cas, conduire à l'erreur. Pour ce motif, j'ai préféré laisser de côté cette méthode, et je me suis appliqué à chercher une manière de faire rapide, qui permît d'évaluer la proportion de sucre réducteur par le poids même du cuivre réduit.

» Voici, en somme, de quelle façon j'opère : le sucre réducteur préexistant dans le produit examiné est d'abord dosé directement. Dans ce but, après avoir porté à l'ébullition 100 centimètres cubes, par exemple, d'une liqueur cupropotassique bien préparée et résistant à cette épreuve, j'y laisse tomber, brusquement, un volume déterminé de dissolution sucrée, volume tel qu'une portion seulement de la liqueur cupropotassique s'en trouve décomposée; pendant une minute ou deux, je maintiens le mélange à l'ébullition, et, aussitôt que le précipité d'oxydule a pris la belle teinte rouge qui en caractérise l'état grenu, je le jette sur un filtre à filtration rapide, et là je le lave à l'eau bouillante jusqu'à ce que l'eau de lavage n'ait plus aucune réaction alcaline. L'opération, si elle est bien conduite, est d'ailleurs des plus rapides : quelques minutes suffisent pour la mener à bonne fin. Le filtre, une fois lavé, est replié sur lui-même, couché dans une large nacelle de platine, séché rapidement à la lampe à gaz et brûlé au

contact de l'air; puis, après refroidissement, la nacelle est introduite dans un tube de verre où l'on réduit l'oxyde par un courant d'hydrogène pur.

» Le dosage du sucre réducteur et du saccharose réunis s'effectue de même, après inversion. Une autre partie de la dissolution sucrée, additionnée d'acide chlorhydrique, maintenue au bain-marie suivant les indications de Clerget, étendue d'eau ensuite, bouillie pendant quelques instants après cette dilution, est, de même, mise en contact avec un excès de liqueur cupropotassique, l'oxydule recueilli, lavé, séché, brûlé et enfin réduit par l'hydrogène.

» Du poids de cuivre fourni par la première opération, c'est chose facile que de déduire le poids de sucre réducteur. L'expérience démontre, en effet, qu'à 1 gramme de cuivre réduit correspond un poids de $0^{gr},569$ de sucre réducteur.

» Quant au poids de cuivre fourni par la deuxième opération, après en avoir retranché le poids correspondant au sucre réducteur préexistant, après avoir fait subir au résidu de cette soustraction la correction proportionnelle qu'exige la différence des équivalents du sucre réducteur et du saccharose, correction représentée par $\frac{180}{171}$, j'en déduis le poids du saccharose contenu dans le produit analysé.

» La méthode que je viens de décrire, méthode qui, je le répète, n'est que l'application de faits connus, est d'une exécution facile et prompte. A moins de circonstances particulièrement défavorables, et si le travail est bien disposé, une heure suffit pour déterminer de cette façon, avec certitude, la proportion de sucre réducteur et de saccharose que renferme un échantillon commercial de sucre. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le sucre réducteur des produits commerciaux, dans ses rapports avec la saccharimétrie.* Note de M. **H. Morin**.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 17 janvier 1876, MM. Aimé Girard et Laborde ont confirmé, par des essais nombreux, l'opinion précédemment émise par M. Dubrunfaut et établi que « le sucre réducteur » contenu dans les produits commerciaux n'exerce pas d'action sensible » sur la lumière polarisée et que la présence de ce sucre ne saurait » influencer les résultats fournis par le polarimètre, relativement à la » richesse saccharine de ces produits ». Un travail communiqué le même jour par M. A. Müntz arrivait à une conclusion presque identique.

» Cependant cette manière de voir n'a pas été adoptée par M. le

Dr Gunning, professeur à l'Athénée d'Amsterdam. Ce savant a présenté à l'Académie des Sciences d'Amsterdam, au mois de décembre 1876, une Note dans laquelle il maintient l'opinion précédemment exprimée par lui à ce sujet, considère le sucre réducteur des produits commerciaux comme n'étant autre que du sucre inverti normal et déclare qu'il lui faut appliquer le coefficient 0,38 qu'exige le pouvoir rotatoire du sucre inverti.

» D'autres publications ayant été faites depuis, notamment par M. U. Gayon, par M. H. Pellet et par M. L. Pasquier, qui laissent la question indécise, il m'a semblé utile de la reprendre, étant donnée surtout l'importance qu'elle présente au point de vue de l'achat du sucre à l'analyse et de la perception de l'impôt.

» Les échantillons sur lesquels j'ai opéré sont tous des sucres de canne, d'origine certaine, absolument commerciaux et pris au hasard parmi les plus riches en glucose que le commerce exotique ait, en 1876 et 1877, livrés à l'industrie française. Afin de donner aux résultats, que leur étude devait me fournir, plus de généralité, j'en ai multiplié le nombre au delà peut-être de ce qui était indispensable; ce nombre est de trente-trois. La proportion de sucre réducteur contenu dans ces produits a été évaluée en suivant le procédé conseillé par M. Aimé Girard, c'est-à-dire en pesant à l'état métallique le cuivre fourni avant et après inversion, par la réduction de la liqueur cupropotassique.

» Dans le tableau ci-dessous se trouvent indiqués les résultats que leur analyse m'a fournis:

Provenance des sucres.	Dosage du sucre réducteur.	Observation sacchari-métrique directe.	Dosage du saccharose par l'analyse cuprique.	Différence entre l'observation saccharimétrique directe et le dosage par l'analyse cuprique.	Indication saccharimétrique qu'exigerait l'application du coefficient 0,38 au sucre réducteur.	Abaissement de titre qu'aurait dû produire à l'observation directe l'emploi de ce coefficient.
Cuba	6,79	82,25	81,54	+ 0,71	79,67	— 2,58
»	6,24	82,50	81,67	+ 0,83	80,13	— 2,37
Égypte.....	2,65	90,50	90,69	— 0,19	89,49	— 1,01
»	2,26	90,00	90,39	— 0,39	89,15	— 0,85
Guadeloupe.	14,36	76,50	75,76	+ 0,74	71,05	— 5,45
» .	4,18	90,25	90,18	+ 0,07	88,67	— 1,58
» .	3,97	92,50	92,87	— 0,37	91,00	— 1,50
Indes......	10,56	77,00	76,99	+ 0,01	72,99	— 4,01
»	2,36	95,50	95,15	+ 0,35	94,61	— 0,89
»	2,31	92,75	92,83	— 0,08	91,88	— 0,87
Java.......	13,29	78,25	78,50	— 0,25	73,20	— 5,05

Provenance des sucres.	Dosage du sucre réducteur.	Observation sacchari-métrique directe.	Dosage du saccharose par l'analyse cuprique.	Différence entre l'observation saccharimétrique directe et le dosage par l'analyse cuprique.	Indication saccharimétrique qu'exigerait l'application du coefficient 0,38 au sucre réducteur.	Abaissement de titre qu'aurait dû produire à l'observation directe l'emploi de ce coefficient.
Java.......	6,20	86,25	85,89	+ 0,36	83,90	— 2,35
»	3,73	94,00	93,64	+ 0,36	92,59	— 1,41
»	2,87	94,75	94,88	— 0,13	93,66	— 1,09
Martinique..	9,49	86,00	85,58	+ 0,42	82,40	— 3,60
» ..	6,53	90,00	90,33	— 0,33	87,62	— 2,38
» ..	2,66	95,25	95,72	— 0,47	94,24	— 1,01
Maurice....	3,43	93,00	92,08	+ 0,92	91,70	— 1,30
»	2,95	95,25	95,58	— 0,33	94,13	— 1,12
Mayotte....	5,66	88,50	87,59	+ 0,91	86,35	— 2,15
»	5,48	88,00	88,19	— 0,19	85,92	— 2,08
Pérou......	9,61	82,25	82,21	+ 0,04	78,60	— 3,65
»	4,93	92,00	92,17	— 0,17	90,13	— 1,87
Porto-Rico..	8,65	82,50	81,29	+ 1,21	79,22	— 3,28
» ..	7,30	84,00	83,65	+ 0,35	81,23	— 2,77
» ..	7,10	86,50	87,30	— 0,80	83,81	— 2,69
Réunion....	4,14	86,75	87,41	— 0,66	85,18	— 1,57
»	3,50	93,50	92,99	+ 0,51	92,17	— 1,33
»	2,48	95,75	96,56	— 0,81	94,81	— 0,94
Vergeoise...	6,46	83,50	83,91	— 0,41	81,05	— 2,45
» ...	5,87	87,00	86,20	+ 0,80	84,77	— 2,23
» ...	5,67	86,25	86,17	+ 0,08	84,10	— 2,15
» ...	5,63	86,75	86,32	+ 0,43	84,62	— 2,13

» L'examen des chiffres que ce tableau renferme ne saurait, je crois, laisser aucun doute sur l'exactitude de l'opinion émise par MM. Aimé Girard et Laborde; il établit nettement que, entre les résultats fournis, d'une part, par le dosage direct du saccharose au polarimètre, et par ceux que donne, d'autre part, le dosage de ce même saccharose au moyen de la liqueur cupropotassique, on n'observe généralement que des différences inférieures à un degré du saccharimètre, tantôt en dessus, tantôt en dessous; tandis que l'application du coefficient 0,38 conduirait à des différences atteignant et dépassant même 5 degrés. L'application de ce coefficient à la plupart des sucres analysés amènerait d'ailleurs des résultats inadmissibles, et l'augmentation qui en résulterait dans le poids du saccharose fourni par l'observation directe donnerait, pour la somme des matières contenues dans ce sucre, un total supérieur à 100.

» Si, par exemple, on considère les sucres inscrits sous les n°s 16, 22, 24, 31 dans le tableau précédent, sucres auxquels l'analyse directe attribue la composition ci-dessous :

	16	22	24	31
Degrés saccharimétriques	90,00	82,25	82,50	87,00
Sucre réducteur............	6,53	9,61	8,65	5,87
Cendres..................	0,43	1,46	0,68	1,24
Eau......................	1,98	4,07	6,15	4,37
Matières non dosées.........	1,06	2,61	2,02	1,52
	100,00	100,00	100,00	100,00

et si, à l'aide du coefficient 0,38, appliqué au sucre réducteur, on en modifie la richesse saccharine, on arrive aux résultats suivants :

	16	22	24	31
Degrés saccharimétriques.....	92,38	85,90	85,78	89,23
Sucre réducteur............	6,53	9,61	8,65	5,87
Cendres..................	0,43	1,46	0,68	1,24
Eau......................	1,98	4,07	6,15	4,37
Matières non dosées.........	....	....	....	....
	101,32	101,04	101,26	100,71

» L'absurdité de ces résultats est une preuve nouvelle en faveur de l'inactivité optique du sucre réducteur contenu dans les produits commerciaux. Si, dans quelques cas tout à fait exceptionnels, des observateurs ont constaté la présence d'un pouvoir rotatoire dans ce sucre réducteur, l'intensité de ce pouvoir reste tellement faible, qu'il convient de ne s'en point préoccuper dans l'application de la saccharimétrie à la détermination de la richesse des sucres du commerce [1] ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production de l'acide racémique dans la fabrication de l'acide tartrique.* Note de M. E. JUNGFLEISCH, présentée par M. Berthelot.

« Depuis que les beaux travaux de M. Pasteur ont appelé l'attention sur l'acide racémique, on a recherché la cause des apparitions et des disparitions quelque peu mystérieuses de ce composé dans diverses fabriques d'acide tartrique. Une sorte d'enquête, faite il y a vingt-cinq ans, avait

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire central des Douanes.

conduit à admettre l'explication suivante : les tartres de certains pays contiennent parfois de l'acide racémique; par suite l'introduction ou la suppression de ces tartres dans une fabrication fait que l'acide racémique se montre ou disparaît dans les produits. Cette manière de voir a été généralement admise jusqu'ici ([1]).

» Après avoir étudié les conditions dans lesquelles, sous l'influence de la chaleur, l'acide tartrique droit se transforme en acides racémique et tartrique inactif, j'ai pensé que l'acide racémique recueilli parfois dans certaines opérations pouvait s'être formé pendant le travail, lorsque les solutions évaporées se trouvent soumises, durant un temps considérable, à l'action d'une température élevée. L'étude des dernières liqueurs incristallisables restant à la fin des traitements a confirmé en partie cette opinion, mais en laissant subsister certaines difficultés que je n'ai réussi à lever que dans ces derniers temps.

» Un travail, que je poursuis actuellement sur la constitution des émétiques, m'a conduit à reconnaître que les sesquioxydes jouent dans ces composés un rôle tout spécial. Rapprochant mes nouveaux résultats de cè fait que les eaux mères riches en acide tartrique inactif sont aussi très-riches en alumine, j'ai fait les expériences suivantes pour savoir si l'alumine peut jouer un rôle dans la transformation.

» I. Deux tubes scellés, contenant chacun 32 grammes d'acide tartrique et 5 grammes d'eau, ont été chauffés à 140 degrés pendant quarante-huit heures, dans un bain d'huile, en même temps que deux autres tubes semblablement disposés, mais contenant en plus 3 grammes de tartrate d'alumine pur. On a ensuite séparé et dosé, dans les produits obtenus, l'acide tartrique droit à l'état de crème de tartre, et l'acide tartrique inactif à l'état de sel de chaux. L'acide racémique, relativement peu abondant, a été négligé. On a recueilli ainsi 80 grammes de crème de tartre et 6 grammes de tartrate de chaux inactif avec les premiers tubes, tandis que les seconds ont donné 40 grammes de crème de tartre et 36 grammes de tartrate de chaux inactif. La transformation a donc été près de six fois plus forte en présence de l'alumine. La même expérience, répétée en variant les conditions, conduit constamment à des résultats analogues.

» II. Des essais semblables ont été faits pour rechercher si l'alumine, neutralisée par les acides minéraux, agit de la même manière. En présence du sulfate neutre d'alumine, la transformation n'est que fort peu augmen-

([1]) *Comptes rendus*, t. XXXVI, p. 17 et suiv.; 1853.

tée, et l'influence de l'alumine va en diminuant à mesure que la proportion d'acide sulfurique s'accroît. L'acide phosphorique, qui existe en quantités énormes dans certaines eaux mères, agit comme l'acide sulfurique.

» Cela posé, on peut se rendre compte de ce qui arrive dans certaines fabriques. Je ne prendrai ici qu'un exemple.

» J'ai examiné deux eaux mères provenant de chez M. Seybel, à Liesing.

» Dans cette fabrique on recueille fréquemment des échantillons importants d'acide racémique. 100 parties de ces liqueurs ont donné à l'analyse :

	I.	II.
Cendres	8,03	10,22
Alumine	6,27	8,80
Acide sulfurique	14,60	18,95

» Négligeant l'acide phosphorique, exceptionnellement peu abondant dans ces produits et insuffisant pour neutraliser les bases qui accompagnent l'alumine dans les cendres, on trouve que $17^{gr},87$ et $25^{gr},08$ d'acide sulfurique seraient nécessaires pour neutraliser l'alumine dans les deux cas. D'après M. Seybel fils, on a trouvé parfois jusqu'à 11 pour 100 d'alumine. L'excès de cette terre est donc considérable, et cependant les chiffres qui précèdent ne correspondent pas encore à la réalité. On ajoute, en effet, de l'acide sulfurique aux liqueurs évaporées pour faciliter les cristallisations; l'acide tartrique est donc chauffé avec une proportion d'alumine libre plus grande que celles qui sont indiquées ci-dessus.

» Il résulte de là que l'acide racémique recueilli à Liesing a été produit pendant les traitements. D'ailleurs un autre argument me paraît ne laisser subsister aucune incertitude à ce sujet.

» Si l'acide racémique, observé parfois à Thann, à Liesing et ailleurs, a pris naissance dans la fabrication sous l'influence des causes que j'indique, il doit toujours se montrer accompagné de l'acide tartrique inactif. Ce dernier, en effet, se produit en plus grande abondance quand on chauffe l'acide droit à des températures peu élevées, même en présence de l'alumine. C'est précisément ce que l'expérience confirme. Les eaux mères de Liesing, qui laissent déposer de temps en temps de l'acide racémique, sont extrêmement riches en acide tartrique inactif, tellement que, d'après la quantité considérable de ce corps extraite par moi d'une faible portion de matière, c'est par centaines de kilogrammes qu'il faut compter le poids d'acide inactif que renfermait en 1873 le bac dans lequel a été prélevé l'un de mes échantillons. L'acide racémique, peu soluble, cristallisant et s'isolant avec facilité, a été observé depuis longtemps, tandis que l'acide

tartrique inactif, qui ne cristallise que très-difficilement dans les liqueurs impures, a été méconnu jusqu'ici, malgré sa grande abondance, malgré la beauté des cristaux fournis par ses solutions pures ([1]).

» Inversement, les fabriques dans lesquelles il ne se dépose pas d'acide racémique fournissent des eaux mères pauvres en acide inactif.

» En résumé, sans nier, ce qui d'ailleurs reste à démontrer, que certaines vignes produisent dans des circonstances particulières de l'acide racémique, je pense que ce corps, lorsqu'il a été rencontré dans certaines fabriques, avait pris naissance sous les actions réunies de la chaleur et de l'alumine ou d'un oxyde analogue. Si cette explication n'est pas la seule possible, elle est au moins suffisamment établie pour écarter les interprétations basées sur de simples hypothèses. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques propriétés physiques de la quercite.* Note de M. L. **Prunier**, présentée par M. Berthelot.

« I. La quercite appartient au cinquième système cristallin ou clinorhombique. Ses angles ont été mesurés ou calculés par de Senarmont ([2]), qui note aussi en passant une *tendance à l'hémiédrie*.

» Les mesures que j'ai obtenues concordent avec les calculs de Senarmont, et, quant à l'hémiédrie, on la constate avec la plus grande netteté.

» Pour la quercite cristallisée dans l'eau ou l'alcool très-affaibli, la forme habituelle est le prisme clinorhombique *pm*, modifié par les faces h^1, a^1, e^1. Ces dernières sont toujours à droite et caractérisent l'hémiédrie non superposable. Dans la majorité des cas, ces faces e^1 se développent assez pour former avec les faces *m* un pointement à quatre pans.

» Sur un échantillon de quercite cristallisé dans un milieu spécial, j'ai même pu observer un cas d'hémiédrie *plagièdre* réduite en quelque sorte à sa simplicité théorique. La quercite, dans ces conditions, se présente, en effet, sous forme de tétraèdres complétement isolés, limités par deux faces *m* et deux faces e^1.

» Ce sont les tétraèdres *droits :* les couples de faces hémiédriques *parallèles* étant réduits aux faces *m* et combinés aux faces e^1 également réduites

---

([1]) Nous terminons en ce moment, M. Damoiseau et moi, une étude détaillée de l'acide tartrique inactif.

([2]) De Senarmont cité par Rammelsberg, p. 224 ; 1857.

à deux (hémiédrie à faces *inclinées*), d'où résulte l'hémiédrie non superposable.

» Je crois avoir aussi rencontré des tétraèdres analogues, formés par les faces e^1, combinés avec p et a^1, mais les cristaux sont trop défectueux pour qu'on puisse répondre de l'exactitude des mesures.

» II. Conformément aux indications cristallographiques, la quercite agit sur la lumière polarisée. Elle est *dextrogyre*, ainsi que cela résulte des expériences de M. Berthelot ([1]).

» Les mesures ont été reprises dans des conditions variées et avec des échantillons de différentes provenances, au moyen d'un polarimètre muni de la modification Jelett-Cornu. La moyenne d'un grand nombre d'observations concordantes donne $[\alpha]_D = 24^\circ 17'$.

» Pour une même concentration de la liqueur, la température ne modifie pas la déviation, du moins entre $+15^\circ$ et $+70^\circ$.

» La dilution n'a pas non plus d'influence sensible; de sorte que, la proportion de la quercite variant de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{100}$ en passant par tous les intermédiaires, la déviation observée reste conforme à celle que fournit le calcul.

» III. La densité de la quercite a été prise : 1° à l'état solide; 2° en solution dans l'eau.

» 1° *Quercite solide.* — Par la méthode du flacon, à $+13^\circ$, on obtient $D = 1,5845$. Voici les données d'une expérience :

Poids de la quercite	3,539	Poids du même volume d'éther	14,976
» quercite et éther	16,898	» » d'eau	20,685

» La formule de la mannite ne diffère de celle de la quercite que par les éléments de l'eau H^2O^2; j'ai donc cherché s'il n'y aurait pas à établir une relation entre la densité de la mannite et celle de la quercite et de l'eau, en calculant cette dernière à l'*état solide*.

» Pour cela j'ai commencé par prendre la densité de la mannite dans les mêmes conditions que pour la quercite : elle est de 1,521. Or, si l'on ajoute le poids de 1 molécule de quercite ($164 \times 1,5845$) avec le poids de 1 molécule d'eau solide ($18 \times 0,920$) et que l'on divise la somme par la molécule de mannite $= 182$, on tombe précisément sur le nombre 1,519.

([1]) Berthelot, *Chimie fondée sur la synthèse*, t. II, p. 218. Le premier chiffre du nombre indiqué pour le pouvoir rotatoire paraît affecté d'une faute d'impression (33°,5 au lieu de 23°,5).

Or la densité expérimentale est de 1,521, ainsi qu'on l'a dit plus haut.

» On voit donc que, pour ces deux corps, distinctifs à bien des points de vue, mais qui possèdent la même fonction chimique, la différence des volumes atomiques correspond exactement à celle des deux formules.

» 2° D'autre part, on a pris la densité de la quercite en *solution aqueuse* en faisant varier tantôt la concentration, tantôt la température, les liqueurs étant successivement sursaturées et non saturées.

» Enfin on a calculé pour chaque cas la contraction.

Nos d'ordre.	Poids. de quercite pour 100 de solution.	Température.	Densité par rapport à l'eau à la même température.	Contraction.	Observations.
1	2,000	+20°	1,0136	$\frac{1}{27}$	Liqueur non saturée.
2	3,394	20	1,0189	$\frac{1}{27}$	»
3	»	15	1,0183	$\frac{1}{27}$	»
4	»	27	1,0191	$\frac{1}{27}$	»
5	»	38	1,0192	$\frac{1}{27}$	»
6	4,800	20	1,0237	$\frac{1}{27}$	»
7	5,387	20	1,0269	$\frac{1}{27}$	»
8	6,418	20	1,0311	$\frac{3}{21}$	»
9	7,210	20	1,0353	$\frac{1}{27}$	»
10	8,090	20	1,0394	$\frac{1}{27}$	»
11	9,126	20	1,0438	$\frac{1}{27}$	»
12	9,126	12	1,0457	$\frac{1}{26,5}$	Liqueur saturée.
13	9,780	20	1,0450	$\frac{1}{27}$	Liqueur non saturée.
14	11,260	20	1,0488	$\frac{1}{27}$	Liqueur saturée.
15	11,400	20	1,0543	$\frac{1}{26}$	Liqueur sursaturée.
16	12,400	20	1,0558	$\frac{1}{25}$	Liqueur sursaturée.
17	12,400	26	1,0544	$\frac{1}{26}$	Liq. légèrem. sursaturée.
18	12,400	36	1,0540	$\frac{1}{27}$	

Les nos 2, 3, 4 et 5 font voir que, pour une liqueur non saturée, la température n'a pas d'influence sensible. Le tableau, dans son ensemble, montre que la contraction $\frac{1}{27}$ s'applique à toutes les liqueurs non saturées. Au voisinage de la saturation et en liqueurs sursaturées, la contraction augmente; elle atteint $\frac{1}{26}$ et même $\frac{1}{25}$ (nos 15, 16, 17). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de la lumière solaire, avec des degrés variables d'intensité sur la vigne.* Note de M. H. MACAGNO.

« Le 20 avril dernier, deux rangées de vignes, de huit souches chacune, ont été entièrement couvertes, l'une avec une toile noire, l'autre avec une toile blanche. La partie restante du vignoble a été laissée dans ses conditions ordinaires.

» Trois thermomètres indiquaient, au moyen de plusieurs observations faites chaque jour, les températures moyennes de l'air environnant. Voici les résultats :

Moyennes.	Température		
	à l'air libre.	sous toile blanche.	sous toile noire.
Avril, 3e décade	15,8	24,3	33,1
Mai, 1re décade	15,0	20,0	24,0
» 2e décade	17,5	25,2	28,5
» 3e décade	16,0	23,8	26,8
Juin, 1re décade	24,0	31,0	35,7
» 2e décade	24,7	25,4	39,3
» 3e décade	24,1	36,6	38,1
Juillet, 1re décade	23,0	28,3	35,8
» 2e décade	23,0	29,1	37,6
» 3e décade	27,4	31,6	40,1
Moyenne générale	21,13	27,53	33,90

» Ces nombres montrent que la quantité de chaleur reçue par chaque souche est précisément en raison inverse de la quantité de lumière. Cependant la chaleur n'a pas été capable de suppléer au défaut de lumière; car on a observé une végétation très-faible, sans traces de raisin, sous la toile noire; on a obtenu quelques grappes seulement et un peu plus de vigueur sous la toile blanche.

» Aux premiers jours d'août, on a enlevé les couvertures. Les branches vertes, avec leurs feuilles, ont donné, à l'analyse, les résultats suivants :

	Par kilogramme de pampres					
	à l'air libre.		sous toile blanche.		sous toile noire.	
	gr		gr		gr	
Glucose	12,601		8,662		0,000	
Acide tartrique (crème de tartre)	9,015		6,690		1,365	
Acide carbonique dans la cendre	3,071		2,404		0,442	
Matières minérales (cendre)	15,412		12,817		8,221	
Chaux (CaO)	2,181		1,918		0,877	
Potasse (KO) (crème de tartre)	3,005	3,191	2,230	2,578	0,455	1,349
Potasse (KO) sous autre forme	0,186		0,348		0,894	
Acide phosphorique (PhO^5)	0,215		0,184		0,072	

» De ce qui précède on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° La diminution d'intensité lumineuse, produite par l'interposition

de la toile noire, a empêché la production de glucose dans les feuilles [1]; les autres éléments, produits ou assimilés, sont en raison directe de l'intensité lumineuse.

» 2° Une partie seulement de la potasse est en raison inverse de l'intensité lumineuse, tandis que le contraire a lieu pour la potasse combinée avec l'acide tartrique.

» Les résultats du dernier tableau se rapportent à des quantités égales de pampres; pour les rapporter à une surface donnée de sol cultivé, il faut savoir que les quantités de branches produites peuvent être représentées par 1 sous la toile noire, 8 environ sous la toile blanche, et 10 à l'air libre.

» 3° En multipliant par 10 les nombres de la première colonne, et par 8 ceux de la deuxième, on obtient des valeurs très-différentes du travail physiologique, sous diverses intensités lumineuses. »

ZOOLOGIE. — *Sur les* Orthonectida, *classe nouvelle d'animaux parasites des Échinodermes et des Turbellariés.* Note de M. **Alf. Giard.**

« La petite Ophiure, nommée *Ophiocoma neglecta*, renferme parfois un singulier parasite qui peut servir de type à tout un groupe d'animaux d'une organisation très-curieuse et presque inconnus. Voici dans quelles conditions on rencontre ce parasite : l'*Ophiocoma neglecta* est une Ophiure à embryogénie condensée ou vivipare; la cavité d'incubation située dans la partie aborale du disque communique librement avec l'extérieur, car les embryons les plus avancés contenus dans cette cavité présentent fréquemment sur leurs bras une jolie vorticelle qui se trouve presque toujours sur les bras de l'animal mère. En dilacérant le disque pour en extraire les embryons, on le trouve rempli chez certains individus d'une multitude d'animaux semblables à de gros infusoires ciliés, qui traversent le champ du microscope en ligne droite et avec la rapidité d'une flèche. Ces animaux se présentent sous deux formes, que je nomme provisoirement *forme allongée* et *forme ovoïde*. Sous l'une et l'autre forme ce sont de simples *planula*, c'est-à-dire des organismes composés uniquement de deux couches cellulaires : un exoderme ou couche externe de cellules ciliées et un endoderme constitué par des cellules plus grosses, limitant une cavité centrale

(1) Voir la Note précédente, p. 763 de ce volume, *sur la fonction des feuilles comme préparateurs du glucose pour le raisin.*

linéaire sans ouverture buccale ni anus. Malgré cette organisation inférieure, le corps est métamérisé et les métamères présentent déjà de remarquables différenciations. Le premier anneau se termine en cône émoussé à sa partie antérieure qui porte un bouquet de cils roides. Il est suivi par un anneau cylindrique de même longueur, dont toute la surface est hérissée de papilles qui paraissent disposées suivant une dizaine de rangées longitudinales; c'est la seule partie du corps qui ne présente pas de cils vibratiles. Le troisième anneau est plus grand à lui seul que les deux premiers réunis : il va en s'élargissant légèrement vers son extrémité postérieure. Le quatrième métamère est de même dimension que l'anneau papillifère; il est suivi par un anneau terminal, garni de cils plus longs à son extrémité postérieure, conique et subdivisé en deux métamères moins nets que les précédents. Telle est la forme allongée; les derniers anneaux forment une sorte de massue avec laquelle l'animal fouette l'eau, indépendamment du mouvement des cils, et par des coups brusques qu'on croirait dus à l'action d'éléments musculaires. La forme ovoïde ne diffère de la forme allongée que par une longueur moindre et une largeur plus grande ; je me suis assuré qu'elle n'était pas le résultat d'une contraction de l'animal. Peut-être est-ce une forme sexuelle, peut-être aussi un état jeune du parasite. Je donne à cet animal étrange le nom de *Rhopalura Ophiocomæ*.

» Un parasite du même groupe se rencontre également à Wimereux, dans un Némeruen, le *Lineus gesserensis*, O.-F. Müller, très-commun, ainsi que sa variété *L. sanguineus*, sous les pierres des endroits vaseux qui avoisinent la tour de Croÿ. Cet animal diffère toutefois suffisamment du *Rhopalura* pour constituer un genre distinct; l'anneau papillifère est remplacé par deux anneaux ciliés très-étroits; la partie médiane du corps compte généralement six métamères presque égaux; la massue terminale est formée de trois anneaux ; la partie antérieure porte d'ailleurs un bouquet de cils roides. Il y a aussi une forme allongée et une forme ovoïde. Mac-Intosh a dit quelques mots de ce parasite dans sa belle *Monographie des Némertiens d'Angleterre* (¹); je propose donc de lui donner le nom d'*Intoshia Linei*.

» Enfin une espèce appartenant évidemment au même genre a été figurée sans description par Keferstein, qui l'a rencontrée à Saint-Malo comme parasite dans le tube digestif d'une planaire (*Leptoplana tremellaris*), qui est

---

(¹) M.-INTOSH, *A Monograph of the British Annelids: The Nemerteans*, 1874, p. 129, et *Pl. XVIII, fig.* 17, 18 et 19.

aussi fort commune à Wimereux (¹). Je donne à cette espèce, très-voisine de la précédente, le nom d'*Intoshia Leptoplanæ*.

» En l'absence de documents embryogéniques suffisants, il m'est encore impossible d'assigner à ces animaux la place définitive qu'ils doivent occuper dans la classification. J'ai voulu, par le nom d'*Orthonectida*, rappeler leur démarche, si caractéristique qu'elle suffirait seule à les faire reconnaître parmi les parasites avec lesquels on pourrait les confondre. Provisoirement, je crois que les *Orthonectida* doivent être rangés au-dessus des *Dicyemida* et dans le voisinage des *Gasterotricha;* les Gasterotriches et les Rotifères dégradés vivent aussi en général sur des animaux qui habitent les fonds vaseux, comme l'*Ophiocoma neglecta*, les *Lineus* et *Leptoplana tremellaris*. Tels sont le *Balatro*, parasite des Annélides limnicoles, et la *Saccobdella*, parasite des *Nebalia* (²). Toutefois les *Orthonectida* ne possèdent ni l'appareil rotifère, ni le mastax des Rotateurs, ni même la queue bifurquée ou le pharynx des Gastérotriches. La question la plus intéressante à résoudre pour l'histoire de nos parasites est de savoir si ces animaux sont restés normalement au stade *planula* ou s'ils ont rétrogradé vers cet état primitif, comme les *Dicyemida* sont revenus au stade *morula*, par suite du parasitisme. Le fait de la régression ne me paraît pas douteux pour les *Dicyemida*, que je considère comme des Turbellariés dégradés (le *Dicyema* de la Seiche possède encore les bâtonnets si caractéristiques de la peau des planaires). Les preuves de la dégradation des *Orthonectida* sont loin d'être aussi évidentes, et ces animaux représentent peut-être l'échelon le plus intéressant du phylum si compliqué des *Vermes* (³). »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur les Algues calcaires appartenant au groupe des Siphonées verticillées (Dasycladées* Harv.) *et confondues avec les Foraminifères.* Note de M. **Munier-Chalmas**, présentée par M. Decaisne.

« Dans son important Mémoire sur les Corallines, publié en 1842,

---

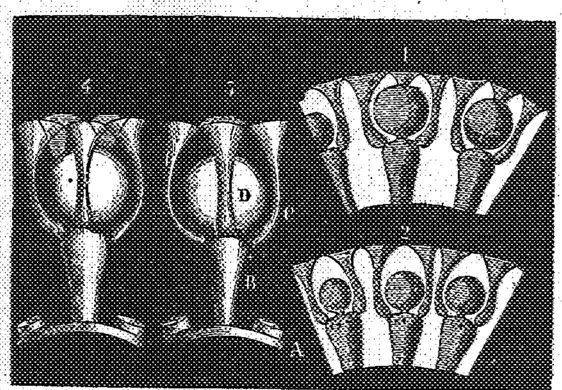
(¹) Keferstein, *Beitrage zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Seeplanarien von St-Malo* (*Taf. II, fig.* 8).

(²) Claus place encore la Saccobdelle dans les Hirudinées; cette erreur n'a malheureusement pas été corrigée dans la traduction française du Traité de Zoologie

(³) Les précédentes recherches ont été faites au laboratoire de Wimereux, en septembre et octobre de la présente année.

M. Decaisne a démontré qu'un certain nombre de productions marines, regardées jusqu'alors comme des Zoophytes (*Halimeda*, *Udotea*, *Penicillus*, *Neomeris*, *Cymopolia*, *Galaxaura*, *Corallina*, etc., etc.), étaient, en réalité, de véritables Algues. Je me propose aujourd'hui de montrer qu'il faut également transférer au règne végétal, auquel ils appartiennent, une nombreuse série de genres fossiles que les auteurs anciens plaçaient parmi les Polypiers, et que les auteurs contemporains rangent parmi les Foraminifères.

» L'étude comparative des *Dasycladus*, des *Cymopolia*, des *Acetabularia*, des *Neomeris*, etc., que j'ai pu faire dans l'herbier du Muséum et dans celui de M. Ed. Bornet, qui a bien voulu mettre à ma disposition sa bibliothèque et les renseignements qu'il possédait sur ces plantes, m'a prouvé que les *Dactylopora*, les *Acicularia*, les *Polytrypa*, etc., etc., sont aussi des Algues, très-voisines de celles que je viens de citer ou même identiques à elles. Les figures ci-jointes indiquent nettement, par exemple, que les genres *Cymopolia* et *Polytrypa* doivent être réunis en un seul; car les plantes qui les représentent offrent rigoureusement les mêmes caractères génériques, et sont même assez difficiles à séparer spécifiquement.



Explication des figures. — *Fig.* 1. Section transversale d'une partie du cylindre calcaire du *Cymopolia Rosarium*, Lamx, montrant : 1° les canaux qui recevaient les cellules verticillées; 2° les cavités centrales qui logeaient les sporanges. — *Fig.* 2. Coupe transversale du *Polytrypa elongata*, Defrance. — *Fig.* 3. Cellules verticillées du *Cymopolia Rosarium*, isolées du cylindre calcaire par un acide. A, paroi de la cellule centrale; B, premier rang des cellules verticillées; C, cellules terminales, en ombelles, au centre desquelles se montre un sporange axile D. — *Fig.* 4. Cellules du *Polytrypa elongata* obtenues par moulage.

» Sous la dénomination de *Siphonées verticillées*, je réunis : 1° les Algues Chlorosporées classées par Harvey dans la famille des Dasycladées; 2° tous les genres fossiles voisins des *Larvaria*, *Clypeina*, *Polytrypa*, *Acicularia*,

Dactylopora et *Uteria*. Ce groupe renferme aujourd'hui plus de cinquante genres, qui se répartissent pour la plupart dans les terrains triasiques, jurassiques, crétacés et tertiaires. Dans les mers actuelles il semble être en complète décroissance, puisqu'il ne comprend plus que les sept genres suivants : *Dasycladus*, *Halicoryne*, *Cymopolia*, représenté par deux de ses sous-genres : *Polytrypa* et *Decaisnella* (¹), *Polyphysa*, *Acetabularia*, *Neomeris* et *Bornetella* (²).

» La fronde des Siphonées verticillées est simple ou dichotome, formée d'un axe tubuleux unicellulaire autour duquel sont étagés des rameaux rayonnants verticillés, dont la disposition varie suivant les genres. Dans beaucoup d'espèces, l'axe et les rayons fixent en abondance, sur leurs parois externes, du carbonate de chaux, et il se fait ainsi, autour de la plante, une enveloppe calcaire qui reproduit exactement les détails de son organisation. Cette enveloppe minérale est formée par un ou deux cylindres calcaires. Le cylindre interne est produit par l'axe et le premier rang des cellules verticillées qui en sortent. Le cylindre externe est construit par les cellules les plus extérieures des verticilles, qui se terminent par un renflement évasé, dont les bords latéraux se soudent plus ou moins avec les renflements des cellules voisines. Les fruits eux-mêmes peuvent s'entourer de calcaire et concourir aussi à la formation du cylindre externe; ce fait s'observe dans toutes les sections du genre *Cymopolia*.

» Tantôt les fruits sont simples, c'est-à-dire qu'ils consistent en une cavité ou sporange unique (*Cymopolia*, *Neomeris*, etc.); tantôt ils présentent plusieurs petites cavités lisses et brillantes destinées à loger des sporanges ou des spores. Cette particularité se rencontre chez les *Acicularia*, les *Maupasia*, les *Dactylopora*, etc.

» Il résulte de l'organisation des Siphonées verticillées calcaires que, lorsque la matière organique est détruite, il reste presque toujours, surtout chez les espèces fossiles qui fixaient plus de calcaire que les espèces actuelles, un squelette creusé de canaux (rayons des verticilles) et de loges (fructification). Cette disposition, qui permet de classer rigoureusement les espèces fossiles, a, mal interprétée, conduit les auteurs les plus distingués à voir chez ces plantes l'organisation des Foraminifères.

(¹) Le *Dactylopora Eruca*, Parker, des mers de Chine, est le type de ce sous-genre.

(²) Genre nouveau qui a pour type le *Neomeris nitida*, Harv. Ses sporanges naissent sur le côté des filaments rayonnants au lieu de se trouver à leur sommet, au centre de l'ombelle terminale.

» Les différences assez considérables qui existent entre les genres de ce groupe permettent d'établir provisoirement des sections ou familles, dont la valeur ne sera définitivement fixée que lorsque les genres vivants seront plus complétement étudiés. En voici le tableau (¹):

SIPHONEÆ.	I. CYMOPOLIDÆ	1. Dasycladus *Agardh.*	
		2. Halycoryne *Harvey.*	A. Decaisnella *Mun.-Chal.* **.
		3. Clypeina *Michelin* *.	B. Larvaria *Defrance* *.
		4. Cymopolia *Lamouroux* **.	C. Vaginopora *Defrance* *.
		5. Parkerella *Mun.-Chalm.* *.	D. Karreria *Mun.-Chalm.* *
		6. Hermitella *Mun.-Chalm.* *.	E. Polytrypa *Defrance* **.
	II. ACETABULARIDÆ	7. Polyphysa *Lamour.*	
		8. Acetabularia *Lamour.*	
		9. Acicularia d'*Archiac* *.	
		10. Briardina *Mun.-Chalm.* *.	
		11. Orioporella *Mun.-Chalm.* *.	
VERTICILLATÆ.	III. THYRSOPORELLIDÆ.	12. Thyrsoporella *Gumbel* *.	
		13. Gumbelina *Mun.-Chalm.* *.	
	IV. DACTYLOPORIDÆ	14. Dactylopora *Lamarck* *.	
	V. NEOMERIDÆ	15. Neomeris *Lamour.*	
		16. Bornetella *Mun.-Chalm.*	
		17. Terquemella *Mun. Chalm.* *.	
		18. Maupasina *Mun.-Chalm.* *.	
		19. Zittelina *Mun.-Chalm.* *.	
	VI. UTERIDÆ	20. Uteria *Michelin* *.	
	VII. HAGENMULLERIDÆ.	21. Hagenmulleria *Mun.-Chalm.* *.	
		22. Carpenterella *Mun.-Chalm.* *.	

» Dans une prochaine Communication, je chercherai à établir les relations qui existent entre les sections que je viens d'indiquer et les genres qu'elles renferment. »

PATHOLOGIE. — *Effets de la faradisation dans un cas de rage sur l'espèce humaine.* Note de M. MENNESSON, communiquée par M. Bouley.

« J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie les conditions dans lesquelles un jeune vétérinaire de la Capelle vient d'être victime de la rage canine, qui lui a été transmise, non par la fatalité d'une morsure, mais

(¹) Les noms marqués d'un astérisque * sont ceux des genres fossiles; deux astérisques ** indiquent qu'ils sont à la fois fossiles et vivants.

par une inoculation accidentelle, à la suite d'une autopsie. Ce malheureux jeune homme avait eu l'imprudence de procéder à cette opération avec quelques excoriations aux mains; et, malgré ces blessures, d'ouvrir la cavité buccale et de mettre ses doigts en contact avec la salive. C'est de cette manière qu'il s'est inoculé la maladie. Il était intéressant de bien établir ce fait, car la salive seule est virulente dans le cadavre du chien enragé. Mais ne l'est-elle que dans la bouche? Celle qui a été déglutie et mêlée aux matières de l'estomac n'a-t-elle pas conservé ses propriétés? Je ne sache pas que cette question ait été résolue expérimentalement; mais il y a de fortes présomptions que l'activité virulente n'est pas éteinte dans la salive que l'estomac peut contenir. Quoi qu'il en soit, ce n'est pas par l'intermédiaire de cette salive, mais par celle de la bouche que, dans le cas particulier sur lequel l'attention de l'Académie est appelée actuellement, la rage a été transmise.

» Après une incubation de trois mois environ, les symptômes se déclarèrent avec une effrayante intensité. Comme d'ordinaire, dans cette terrible maladie, la soif était ardente et l'horreur pour les liquides invincible.

» La faradisation m'a donné des effets remarquables.

« Les accès convulsifs, auxquels s'ajoutait une sputation constante formée par une écume blanche mousseuse, se succédant sans interruption, j'eus d'abord recours, mais sans résultat, aux injections hypodermiques, puis aux inhalations de chloroforme. Elles ne purent être tolérées et provoquèrent des crises encore plus violentes. C'est alors que j'employai la faradisation et appliquai l'un des pôles d'un appareil à induction à la nuque, dans la région bulbaire, et l'autre pôle à la plante d'un des pieds. Sous l'influence du courant électrique, M. Moreau éprouva un soulagement immédiat, et à l'excitation considérable qui existait succéda un calme sensible qui lui permit de causer et de boire, sans qu'il y eût apparence de spasmes provoqués par la vue ou le contact du liquide.

» L'action continue du courant produisant une très-vive douleur, je dus l'interrompre; à la demande du malade, mais aussitôt les convulsions reparurent, aussi épouvantables qu'auparavant, et furent suspendues à nouveau par une application nouvelle de l'électricité.

» Enfin, après une lutte de deux jours, avec alternatives d'exacerbations et de rémissions, la mort survint presque subitement par un arrêt des contractions cardiaques.

» Dans cette observation, les effets de sédation obtenus par la faradisation ont été assez marqués pour engager à l'avenir les praticiens à insister, en pareille circonstance, sur l'emploi de l'électricité, dont l'action sur le bulbe a été suivie d'un état assez satisfaisant pour ne pouvoir être mis en doute.

» C'est, en outre, une localisation à signaler. Du reste, rien de surprenant dans les effets sédatifs obtenus par la pile, puisque c'est du bulbe que procèdent les divers mouvements nécessaires à la respiration et que, par le pneumogastrique, il tient sous sa dépendance la circulation pulmonaire. »

ASTRONOMIE. — *Sur les satellites de Mars.* Note de M. P.-H. **Boutigny.** (Extrait.)

« La découverte des satellites de Mars m'a rappelé l'essai de cosmogonie que j'ai déduit des propriétés de la matière à l'état sphéroïdal.

» Après avoir emprunté à Herschel un paragraphe sur la marche des comètes, j'écrivais :

« Ajoutons à cela le dédoublement bien observé, bien constaté de plusieurs comètes, et la découverte le même jour, en Europe et en Amérique, d'un nouveau satellite de Saturne (1848).

» D'après mes idées, ce nouveau satellite aurait été découvert immédiatement après sa naissance, sa projection; c'est-à-dire que Saturne serait encore agité par ces grands mouvements vibratoires, dans lesquels la force centrifuge serait prédominante. Comment admettre, en effet, que Saturne, qui n'a pas cessé d'être observé depuis la découverte de son avant-dernier satellite, ait dérobé à tous les regards celui qui vient d'être reconnu tout récemment? Il y a donc là un fait de plus qui vient à l'appui de notre hypothèse (1). »

» Si l'on se reporte au planisphère de M. Flammarion et si on le compare avec la carte de Beer et de Mädler, peut-être parviendra-t-on à prouver que les deux satellites de Mars sont de date récente.

» Dans l'opuscule déjà cité, j'ai accumulé bon nombre de faits en vue d'établir que la Lune n'avait pas toujours existé (p. 276 et suiv.). Une effroyable explosion de la masse incandescente qui constitue la presque totalité du globe a pu lancer la Lune dans l'espace à la distance où l'attraction et la répulsion sont en équilibre.

» On lit dans l'*Exposition du système du Monde* de Laplace, p. 251 :

« Un projectile lancé avec force, d'une grande hauteur, retombe au loin sur la Terre en décrivant une courbe parabolique; et si sa vitesse de projection était d'environ 7000 mètres dans une seconde et n'était point éteinte par la résistance de l'atmosphère, il ne retomberait point et circulerait comme un satellite autour de la Terre, sa force centrifuge étant alors égale à sa pesanteur. Pour former la Lune de ce projectile, il ne faut que l'élever à la hauteur de cet astre et lui donner le même mouvement de projection. »

» Si Laplace a publié cette comparaison hardie, c'est qu'il admettait, qu'une formidable éruption volcanique de la Terre avait pu projeter la Lune dans l'espace. »

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

---

(1) *Études sur les corps à l'état sphéroïdal*, 3e éd., p. 269.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 OCTOBRE 1877.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées par U.-J. LE VERRIER : *Mémoires*; t. XIV, 1re et 2e Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1877; 2 vol. in-4°.

Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux, faites à la Faculté des Sciences; par H. MILNE EDWARDS; t. XII, 2e Partie : *Fonction de relation* (suite) : *Ouïe; Vue; Voix*. Paris, G. Masson, 1876-1877; in-8°.

Séances publiques de l'Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres d'Aix, 1876-1877. Aix, impr. Marius-Illy, 1876-1877; 2 br. in-8°.

Rapport de la Sous-Commission d'études et de vigilance du Phylloxera pour le département de Vaucluse. Avignon, A. Chaillot, 1877; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Note sur l'interprétation géométrique du mouvement apparent d'un point pesant à la surface de la Terre; par Ph. GILBERT. Bruxelles, impr. Hayez, 1877; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles.*)

Sur un théorème de Mécanique générale et sur quelques conséquences qui en découlent; par Ph. GILBERT. Bruxelles, impr. Hayez, 1877; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles.*)

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon, 1877, n° 3. Lyon, impr. Storck, 1877; in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques; 2e série, t. I, juin et juillet, 1877. Paris, Gauthier-Villars, 1877; 2 br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche; t. X, agosto 1877. Roma, 1877; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Relazione fra il minimo angolo visuale e l'intensità luminosa; per il prof. A. RICCO. Milano, 1877; br. in-8°. (Estratto dagli *Annali d'Ottalmologia.*)

(A suivre.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. **Hermite**.

« Nous remarquerons, en premier lieu, que les fonctions $\varphi(x)$ et $\chi(x)$ peuvent être réduites l'une à l'autre; leurs expressions, si l'on y remplace le multiplicateur μ' par sa valeur, étant, en effet,

$$\varphi(x,\omega) = \frac{H'(0)\,\Theta(x+\omega)}{H(\omega)\,\Theta(x)}\,e^{-\frac{H'(\omega)}{H(\omega)}(x-iK')+\frac{i\pi\omega}{2K}},$$

$$\chi(x,\omega) = \frac{H'(0)\,H(x+\omega)}{\Theta(\omega)\,\Theta(x)}\,e^{-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}(x-iK')+\frac{i\pi\omega}{2K}},$$

on en déduit facilement les relations suivantes :

$$\varphi(x,\omega+iK') = \chi(x,\omega),$$
$$\chi(x,\omega+iK') = \varphi(x,\omega),$$

dont nous ferons souvent usage. Cette propriété établie, nous rechercherons le développement, suivant les puissances croissantes de ε, de $\chi(iK'+\varepsilon)$,

qui jouera plus tard un rôle important, et dont nous allons, comme on va voir, tirer l'équation différentielle que nous avons en vue. Pour le former, je partirai de l'égalité

$$D_x \log\chi(x) = \frac{H'(x+\omega)}{H(x+\omega)} - \frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)},$$

d'où l'on déduit

$$D_\varepsilon \log\chi(iK'+\varepsilon) = \frac{\Theta'(\omega+\varepsilon)}{\Theta(\omega+\varepsilon)} - \frac{H'(\varepsilon)}{H(\varepsilon)} + \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}.$$

Cela posé, nous aurons d'abord

$$\frac{\Theta'(\omega+\varepsilon)}{\Theta(\omega+\varepsilon)} - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = \varepsilon D_\omega \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} + \frac{\varepsilon^2}{1.2} D_\omega^2 \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} + \cdots:$$

mais, l'équation de Jacobi

$$D_x \frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} = \frac{J}{K} - k^2 \operatorname{sn}^2 x$$

donnant en général

$$D_x^{n+1} \frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} = - D_x^n k^2 \operatorname{sn}^2 x,$$

ce développement prend cette nouvelle forme

$$\frac{\Theta'(\omega+\varepsilon)}{\Theta(\omega+\varepsilon)} - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = \varepsilon\left(\frac{J}{K} - k^2 \operatorname{sn}^2 \omega\right) - \frac{\varepsilon^2}{1.2} D_\omega k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{\varepsilon^3}{1.2.3} D_\omega^2 k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \cdots$$

Joignons-y le résultat qu'on tire de l'équation de M. Weierstrass :

$$H(\varepsilon) = H'(0) e^{\frac{J\varepsilon^2}{2K}} \mathrm{Al}(\varepsilon)_1,$$

en prenant la dérivée logarithmique des deux membres :

$$\frac{H'(\varepsilon)}{H(\varepsilon)} = \varepsilon \frac{J}{K} + \frac{\mathrm{Al}'(\varepsilon)_1}{\mathrm{Al}(\varepsilon)_1},$$

et nous aurons

$$D_\varepsilon \log\chi(iK'+\varepsilon) = -\varepsilon k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{\varepsilon^2}{1.2} D_\omega k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \ldots - \frac{\mathrm{Al}'(\varepsilon)_1}{\mathrm{Al}(\varepsilon)_1},$$

d'où, par conséquent,

$$\chi(iK'+\varepsilon) = \frac{e^{-\frac{\varepsilon^2}{2} k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{\varepsilon^3}{2.3} D_\omega k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \ldots}}{\mathrm{Al}(\varepsilon)_1}$$
$$= e^{-\frac{\varepsilon^2}{2} k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \frac{\varepsilon^3}{2.3} D_\omega k^2 \operatorname{sn}^2 \omega - \ldots} \left(\frac{1}{\varepsilon} + \frac{1+k^2}{6} \varepsilon + \frac{7+8k^2+7k^4}{360} \varepsilon^3 + \cdots\right),$$

sans qu'il soit besoin d'introduire un facteur constant dans le second

membre, puisque le premier terme de son développement est $\frac{1}{\varepsilon}$, comme il le faut d'après la nature de la fonction $\chi(x)$. Cette formule donne le résultat cherché par un calcul facile; elle montre qu'en posant

$$\chi(i\mathrm{K}'+\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{2}\Omega\varepsilon - \frac{1}{3}\Omega_1\varepsilon^2 - \frac{1}{8}\Omega_2\varepsilon^3 + \ldots,$$

on aura :

$$\Omega = k^2\,\mathrm{sn}^2\omega - \frac{1+k^2}{3},$$

$$\Omega_1 = k^2\,\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega,$$

$$\Omega_2 = k^4\,\mathrm{sn}^4\omega - \frac{2(k^2+k^4)}{3}\,\mathrm{sn}^2\omega - \frac{7-22k^2+7k^4}{45},$$

....

En voici une première application.

» VI. Considérons, pour la décomposer en éléments simples, la fonction $k^2\,\mathrm{sn}^2x\,\chi(x)$, qui a les multiplicateurs de $\chi(x)$ et ne devient infinie que pour $x = i\mathrm{K}'$. On devra, à cet effet, en posant $x = i\mathrm{K}'+\varepsilon$, former la partie principale de son développement suivant les puissances croissantes de ε, que nous obtenons immédiatement en multipliant membre à membre les deux égalités :

$$\chi(i\mathrm{K}'+\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{1}{2}\Omega\varepsilon + \ldots,$$

$$\frac{1}{\mathrm{sn}^2\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon^2} + \frac{1}{3}(1+k^2) + \ldots.$$

Il vient ainsi

$$k^2\mathrm{sn}^2(i\mathrm{K}'+\varepsilon)\,\chi(i\mathrm{K}'+\varepsilon) = \frac{1}{\varepsilon^3} + \left[\frac{1}{3}(1+k^2) - \frac{1}{2}\Omega\right]\frac{1}{\varepsilon} + \ldots$$

$$= \frac{1}{2}\,\mathrm{D}_\varepsilon^2\,\varepsilon^{-1} + \left[\frac{1}{2}(1+k^2) - \frac{1}{2}k^2\mathrm{sn}^2\omega\right]\varepsilon^{-1} - \ldots,$$

et l'on en conclut la formule suivante :

$$k^2\mathrm{sn}^2x\,\chi(x) = \frac{1}{2}\,\mathrm{D}_x^2\,\chi(x) + \left[\frac{1}{2}(1+k^2) - \frac{1}{2}k^2\mathrm{sn}^2\omega\right]\chi(x).$$

Elle montre que, en posant $y = \chi(x)$, nous obtenons une solution de l'équation linéaire du second ordre

$$\frac{d^2y}{dx^2} = (2k^2\,\mathrm{sn}^2x - 1 - k^2 + k^2\,\mathrm{sn}^2\omega)\,y,$$

qui est celle de Lamé dans le cas le plus simple où l'on suppose $n = 1$, la

constante $h = -1 - k^2 + k^2 \operatorname{sn}^2 \omega$ étant quelconque, puisque ω est arbitraire; et, comme cette équation ne change pas lorsqu'on change x en $-x$, la solution obtenue en donne une seconde, $y = \chi(-x)$, d'où, par suite, l'intégrale complète sous la forme

$$y = C\chi(x) + C'\chi(-x).$$

A ce résultat il est nécessaire de joindre ceux qu'on obtient quand on remplace successivement ω par $\omega + iK'$, $\omega + K$, $\omega + K + iK'$, ce qui conduit aux équations

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left(2k^2 \operatorname{sn}^2 x - 1 - k^2 + \frac{1}{\operatorname{sn}^2 \omega}\right) y,$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left(2k^2 \operatorname{sn}^2 x - 1 - k^2 + \frac{k^2 \operatorname{cn}^2 \omega}{\operatorname{dn}^2 \omega}\right) y,$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left(2k^2 \operatorname{sn}^2 x - 1 - k^2 + \frac{\operatorname{dn}^2 \omega}{\operatorname{cn}^2 \omega}\right) y.$$

La première, d'après l'égalité $\chi(x, \omega + iK') = \varphi(x, \omega)$, a pour intégrale

$$y = C\varphi(x) + C'\varphi(-x);$$

et, en introduisant ces nouvelles fonctions, à savoir :

$$i\chi_1(x, \omega) = \chi(x, \omega + K),$$

$$i\varphi_1(x, \omega) = \varphi(x, \omega + K),$$

nous aurons, sous une forme semblable, pour la seconde et la troisième :

$$y = C\chi_1(x) + C'\chi_1(-x),$$

$$y = C\varphi_1(x) + C'\varphi_1(-x).$$

Les expressions de $\varphi_1(x)$ et $\chi_1(x)$ s'obtiennent aisément à l'aide des fonctions $\Theta_1(x) = \Theta(x + K)$, $H_1(x) = H(x + K)$; on trouve ainsi

$$\varphi_1(x, \omega) = \frac{H'(0)\,\Theta_1(x+\omega)}{H_1(\omega)\,\Theta(x)}\, e^{-\frac{H_1'(\omega)}{H_1(\omega)}(x - iK') + \frac{i\pi\omega}{2K}},$$

$$\chi_1(x, \omega) = \frac{H'(0)\,H_1(x+\omega)}{\Theta_1(\omega)\,\Theta(x)}\, e^{-\frac{\Theta_1'(\omega)}{\Theta_1(\omega)}(x - iK') + \frac{i\pi\omega}{2K}}$$

Nous allons en voir un premier usage dans la recherche des solutions de l'équation de Lamé par des fonctions doublement périodiques.

» VII. Nous supposons à cet effet $\omega = 0$ dans les équations précédentes, en exceptant toutefois celle où se trouve le terme $\frac{1}{\operatorname{sn}^2 \omega}$ qui

deviendrait infini. On trouve ainsi, pour la constante h, les déterminations suivantes :

$$h = -1 - k^2, \quad h = -1, \quad h = -k^2.$$

Ce sont précisément les quantités qu'on trouve en suivant la méthode de Lamé au point de vue où il s'est placé; et en même temps nous tirons des valeurs des fonctions $\chi(x)$, $\chi_1(x)$, $\varphi_1(x)$, pour $\omega = 0$, les solutions auxquelles conduit son analyse :

$$y = \sqrt{k}\,\frac{H(x)}{\Theta(x)}, \quad y = \sqrt{kk'}\,\frac{H_1(x)}{\Theta(x)}, \quad y = \sqrt{k'}\,\frac{\Theta_1(x)}{\Theta(x)},$$

ou, plus simplement, puisqu'on peut les multiplier par des facteurs constants,

$$y = \operatorname{sn} x, \quad y = \operatorname{cn} x, \quad y = \operatorname{dn} x.$$

Mais une circonstance se présente maintenant, qui demande un examen attentif. On ne peut plus, en effet, de ces expressions en déduire d'autres qui en soient distinctes par le changement de signe de la variable, et il faut, par suite, employer une nouvelle méthode pour obtenir l'intégrale complète. Représentons, dans ce but, la solution générale de l'une quelconque de nos trois équations, en laissant ω indéterminé, par la formule

$$y = C\,F(x, \omega) + C'\,F(-x, \omega).$$

Je la mettrai d'abord sous cette forme équivalente

$$y = C\,F(x, \omega) + C'\,F(x, -\omega);$$

puis, en développant suivant les puissances croissantes de ω, je ferai

$$F(x, \omega) = F_0(x) + \omega F_1(x) + \omega^2 F_2(x) + \ldots,$$

ce qui permettra d'écrire

$$y = (C + C')F_0(x) + \omega(C - C')F_1(x) + \omega^2(C + C')F_2(x) + \ldots,$$

ou encore

$$y = C_0 F_0(x) + C_1 F_1(x) + \omega C_0 F_2(x) + \ldots,$$

en posant, d'après la méthode de d'Alembert,

$$C_0 = C + C', \quad C_1 = \omega(C - C').$$

» Si l'on suppose maintenant $\omega = 0$, on parvient à la formule

$$y = C_0 F_0(x) + C_1 F_1(x),$$

qu'il faudra appliquer en faisant successivement

$$F(x, \omega) = \chi(x), \quad F(x, \omega) = \chi_1(x), \quad F(x, \omega) = \varphi_1(x).$$

Mais le calcul sera plus simple si l'on prend

$$F(x, \omega) = \frac{H(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}x},$$

$$F(x, \omega) = \frac{H_1(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{-\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}x},$$

$$F(x, \omega) = \frac{\Theta_1(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{-\frac{H'_1(\omega)}{H_1(\omega)}x},$$

ces quantités ne différant des précédentes que par des facteurs constant. Observant donc que, pour $\omega = 0$, on a

$$D_\omega \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = \frac{J}{K}, \quad D_\omega \frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)} = \frac{J}{K} - k^2, \quad D_\omega = \frac{H'_1(\omega)}{H_1(\omega)} = \frac{J}{K} - 1,$$

nous obtenons immédiatement les valeurs que prennent leurs dérivées par rapport à ω, dans cette hypothèse de $\omega = 0$:

$$F_1(x) = \frac{H'(x)}{\Theta(x)} - \frac{JH(x)}{K\Theta(x)}x,$$

$$F_1(x) = \frac{H'_1(x)}{\Theta(x)} - \frac{(J - k^2K)H_1(x)}{K\Theta(x)}x,$$

$$F_1(x) = \frac{\Theta'_1(x)}{\Theta(x)} - \frac{(J-K)\Theta_1(x)}{K\Theta(x)}x.$$

» La solution générale de l'équation de Lamé, dans les cas particuliers que nous venons de considérer, peut donc se représenter par les formules suivantes :

1° $h = -1 - k^2, \quad y = C\,\mathrm{sn}\,x + C'\,\mathrm{sn}\,x\left[\frac{H'(x)}{H(x)} - \frac{J}{K}x\right],$

2° $h = -1, \quad y = C\,\mathrm{cn}\,x + C'\,\mathrm{cn}\,x\left[\frac{H'_1(x)}{H_1(x)} - \frac{J - k^2K}{K}x\right],$

3° $h = -k^2, \quad y = C\,\mathrm{dn}\,x + C'\,\mathrm{dn}\,x\left[\frac{\Theta'_1(x)}{\Theta_1(x)} - \frac{J-K}{K}x\right].$ »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Résumé d'une histoire de la matière* (troisième article). Note de M. E. CHEVREUL.

« J'ai parlé, dans les articles précédents, de l'ancienne Alchimie et de celle de Becher, puis de l'hypothèse du *phlogistique* de Stahl. Quoique, dans

un résumé de l'histoire de la matière, l'importance de l'Alchimie appliquée à la Médecine soit loin d'être ce qu'est l'Alchimie proprement dite, omettre de parler de la première ne serait pas une simple lacune regrettable, mais une faute. Il importe, avant d'en parler, de distinguer l'époque où la Médecine procéda d'elle-même à ses doctrines avant l'Alchimie, et celle où elle reçut ou rechercha même son influence. Il est permis de penser que l'*humorisme* fixa l'attention du médecin avant le *solidisme;* car, vu la difficulté de disséquer le cadavre humain, il était naturel que l'observation des humeurs, qui se présentait journellement à son attention, devînt une des premières bases de ses méditations. En suivant cette idée, on voit le médecin Athénée, dans le dernier siècle avant l'ère chrétienne ou dans le suivant, qui part bien des *quatre éléments corporels,* mais de leurs *qualités caractéristiques,* pour distinguer ses *quatre humeurs :* le *chaud*, propriété, correspond au *feu;* le *froid,* propriété, à l'*air;* l'*humide*, propriété, à l'*eau*, et le *sec*, propriété, à la *terre :* exemple de l'*analyse mentale*. *Galien,* qui vivait deux siècles après lui, avait un système plus complexe; il distinguait quatre tempéraments correspondant : au *sang*, à l'*atrabile* (la BILE NOIRE), à la *pituite* et à la *bile jaune*, et chacune de ces humeurs était formée de deux propriétés : le SANG, de *chaud* et d'*humide;* l'ATRABILE, de *froid* et de *sec;* la PITUITE, de *froid* et d'*humide*; la BILE JAUNE, de *sec* et de *chaud.*

» Ces distinctions présentent à la fois une application de l'*analyse et de la synthèse mentales :* car chacune des quatre humeurs se compose de deux propriétés caractéristiques, résultats de l'*analyse,* réunies par la *synthèse* en une *entité,* sorte de substantif.

» Si le raisonnement rappelle ceux des alchimistes, ce n'est point un motif de rattacher nécessairement ces distinctions en Médecine à l'Alchimie.

» Il y a eu une influence réelle exercée sur la Médecine par les écrits de Geber; mais, pour apprécier ce qu'elle est, il faut prendre en considération la distinction que j'ai établie en parlant de l'Alchimie en général et de Geber en particulier, entre des *pensées* de deux ordres : une *première pensée* qui est juste et dont l'alchimiste est animé pour se convaincre par l'expérience si ce qu'il cherche est *vrai* ou *faux;* et une *seconde pensée,* d'après laquelle l'alchimiste, convaincu de la réalité de ce qu'il cherche, est livré entièrement à l'erreur, croyant à la réalité de la *pierre philosophale* comme FERMENT *propre à opérer la transmutation des métaux.*

» A mon sens, la *première pensée* a principalement agi sur *Rhasis,* auquel on attribue le mérite d'avoir appliqué le premier la Chimie à la Médecine : on compte ensuite *Farabi*, et surtout *Avicenne,* au XIe siècle.

» Quoi qu'il en soit, je ne date d'une manière certaine l'application à la Médecine de l'Alchimie avec toutes ses chimères, qu'à partir de la fin du XIIIe siècle et du commencement du XIVe siècle, où l'on connut le livre de Raymond Lulle sur la *quinte-essence*. C'est depuis cette époque que *Rupescissa* se fit un nom, et que plus tard (XVIe siècle) *Paracelse* s'en empara avec une rare habileté pour remuer le monde médical, devenir le *monarque des arcanes*, et passer encore de nos jours pour être le *fondateur de la médecine métallique*, ce qui n'est pas exact.

» XIIIe *et* XIVe *siècle*. — *Raymond Lulle* publia le premier, à ma connaissance, un Traité de la *quintessence*, dont l'influence fut incontestable sur l'application de l'Alchimie à la santé, soit pour la maintenir, soit pour combattre une maladie déclarée. Mais, ne voulant pas qu'on se méprît sur ses sentiments de chrétien, il se garda bien de faire espérer l'immortalité : aussi rappelle-t-il Adam chassé du paradis, condamné à mourir ainsi que ses descendants pour avoir failli à sa promesse de ne pas toucher aux fruits de l'arbre de la Science.

» Rien de plus clair que l'idée de la *quinte-essence* du vin, donnée par Raymond Lulle.

» Partageant la manière de voir des alchimistes que nous avons cités sur les quatre éléments et leurs composés, les croyant impurs et corruptibles, les maladies provenaient de leur impureté et de leur corruptibilité. La première condition pour guérir une maladie était, selon lui, d'user d'un remède incorruptible. Or, l'*eau ardente*, l'*âme*, l'*esprit-de-vin*, l'*eau-de-vie*, à cet égard, ne laissait rien à désirer. En effet, le vin pris modérément fortifie, pris en excès il enivre. Eh bien, l'*eau-de-vie*, sous un moindre volume, produit les mêmes effets sans avoir aucune des propriétés des quatre éléments; mise dans un flacon fermé, elle se conserve indéfiniment, et conserve, de plus, la chair et les poissons qu'on y plonge.

» Elle n'est pas *un*, elle est la *quinte-essence* du vin, comme chaque remède a la sienne; l'eau-de-vie était donc l'espèce d'un genre quinte-essence qui en comptait un grand nombre.

» XIVe *siècle*. — *Jean de Rupescissa*, noble qui s'était fait cordelier, vivait après Raymond Lulle et publia un livre sur la *Vertu et propriété de la quinte-essence* de toutes choses. Du Moulin le traduisit en 1581.

» Quelques pages exceptées, le livre est la reproduction du Traité de Raymond Lulle, le plus souvent dans les mêmes termes et sans citation de la source première : je ne reproduirai pas le long passage qu'on lit dans le *Résumé de l'histoire de la matière;* mais il s'y trouve quelques idées

que je ne puis m'empêcher de rappeler : elles sont d'ailleurs communes à Raymond Lulle. Pourquoi les philosophes ont-ils appelé le ciel la *quinte-essence* à l'égard des quatre éléments? Rupescissa répond que le ciel est *incorruptible*, et, comme tel, la quinte-essence ne renferme aucune des qualités caractéristiques de chacun des quatre éléments, et c'est à cause de son incorruptibilité qu'elle a été créée pour le bien de l'homme, suivant Rupescissa. Au XV[e] siècle, *Paracelse*, médecin alchimiste, avec sa disposition d'esprit, aperçut tout le parti qu'il pouvait tirer de la *quinte-essence;* aussi, après avoir pris à Raymond Lulle et même à Rupescissa tout ce qui lui parut bon, sans le reconnaître, ne manqua-t-il pas de les critiquer sur ce qu'ils avaient dit que la *quinte-essence* était dénuée de toute propriété appartenant aux quatre éléments; loin de là, elle possédait la propriété caractéristique de chacun d'eux; nouvel exemple de la manière dont les savants du XV[e] siècle se jouaient des choses avec l'*analyse et la synthèse mentales*.

» Rien de plus curieux que de suivre Paracelse dans la manière dont il décrit la distillation du vin, la manière dont il exalte l'excellence de l'*eau-de-vie*, véritable *quinte-essence*, la manière habile dont il en fait contraster les qualités célestes, avec l'insipidité du *phlegme*, avec le *caput mortuum*, résidu fixe de la distillation du vin; et il ne manque pas d'inscrire ces deux derniers au nombre des principes qui constituent les corps.

» Enfin il avait trop d'esprit pour ne pas insister sur ce que Raymond Lulle avait dit simplement comme vérité, c'est qu'il existait autant de quinte-essences que de remèdes.

» XVI[e] et XVII[e] *siècle :* VAN HELMONT. — J'ai trop parlé de Van Helmont pour revenir sur les détails de ses opinions; cependant, après avoir rappelé ses idées principales sur le monde et son spiritualisme porté à un extrême qui n'a pas d'exemple, il faut, l'homme étant donné, savoir la source de ses idées.

» Van Helmont, homme d'imagination, avait une certaine indépendance, ou peut-être de l'esprit de contradiction, qui le portait à la nouveauté et l'éloignait des doctrines de l'école. Il était absolument spiritualiste; mais, quoique catholique, il fut inquiété par le clergé belge, malgré sa haute position de famille. Mais doit-on s'en étonner lorsqu'il était en contradiction avec la Genèse, disant que Dieu fit le monde en six jours et se reposa le septième, et Van Helmont prétendant qu'il fallait compter sept jours de création, et pourquoi? Parce que, regardant l'*air* et l'*eau* comme les éléments du monde matériel, Dieu devait les avoir créés le premier jour.

» Comment fut-il conduit à refuser toute activité à la matière, même à l'air la propriété élastique? Sans doute il fut frappé de l'opinion des philosophes grecs qui, d'accord sur l'éternité de la matière, primitivement le *cahos,* admirent, sinon tous, du moins le plus grand nombre, qu'il avait été constitué tel que nous le voyons par l'intervention de Dieu, et à cet égard je crois avoir démontré qu'Aristote était aussi spiritualiste que Platon.

» Ce qu'on est forcé de reconnaître, c'est l'accord entre ces deux génies, eu égard à l'ordre qui régit l'univers; la durée de cet ordre, une fois existant, doit être sans fin. J'ai peine à comprendre, dans les discussions relatives à l'*espèce vivante,* que ceux qui en soutenaient le maintien n'aient jamais cité, à l'appui de leur manière de voir, l'opinion d'Aristote, pour qui, il me semble, la durée de l'espèce dans le temps était un dogme plutôt qu'une simple opinion philosophique.

» Effectivement, qu'est pour lui tout *substantif* perceptible à nos sens? Un être doué de *quatre natures :* la *matière,* la *forme,* la *mobilité,* s'effectuant sans la désunion de la matière d'avec la forme, puis la *cause* maintenant a toujours les qualités spécifiques dans le *substantif;* autrement l'ordre qui a présidé à l'organisation de l'univers par Dieu serait aboli.

» On ne s'explique l'importance qu'il attribue à la *forme* que par l'ignorance où il était des actions moléculaires, et de ce qu'il croyait la matière homogène : à cet égard, Van Helmont était plus près de la vérité, à mon sens, en considérant la *forme* comme un *effet* et non comme une *cause.*

» Cette manière de voir de Van Helmont et ses dispositions d'esprit dont j'ai parlé plus haut m'expliquent son *spiritualisme si absolu,* et conséquemment, l'inactivité pareillement absolue qu'il prêtait si gratuitement à la matière, de sorte que tous les phénomènes que nous présentent l'*air* et l'*eau,* les seules matières qu'il reconnaissait, étaient dus à leur conjonction avec des êtres spirituels dont il distinguait *trois catégories :* l'*âme immortelle,* appartenant à l'homme seulement, constituait la *première catégorie.* Les *accidents* comprenant les *propriétés,* les *puissances,* les *facultés* des choses habitant dans les êtres, constituaient la *seconde catégorie.* La *puissance vitale des plantes,* l'*âme sensitive de l'homme et des animaux,* le *magnale,* le *feu* et la *lumière,* le *ferment immortel* et le *lieu* formaient la *troisième catégorie,* sous la dénomination de *créatures neutres* intermédiaires entre la substance et l'accident. La *quatrième catégorie* comprenait les *principes esprits archées, ferments altérables, ferments altérables séminaux.*

» L'*eau* était le seul élément des corps complexes; ceux ci résultaient de

sa *conjonction* avec une *archée*, et, fait remarquable, aussi pénétré qu'il était de la conservation des espèces, à l'exemple d'Aristote, il ne lui suffisait pas d'admettre autant d'archées que d'espèces de corps, il admettait un égal nombre de *ferments spécifiques*, lesquels n'étaient pas conjoints à l'eau, mais agissaient extérieurement pour tenir en éveil les archées spécifiques auxquels ils correspondaient; ils agissaient donc du dehors pour maintenir les natures spécifiques.

» Van Helmont attribuait une grande influence aux *ferments* en agriculture, car l'agriculteur semait infructueusement des graines dans une terre que Dieu avait privée de ferment correspondant à la graine semée.

» Mais le comble de la puissance attribuée au *ferment* immortel était d'engendrer, en présence de l'eau, l'archée à laquelle il correspondait.

» Je termine ce qui concerne Van Helmont en faisant remarquer qu'il serait étonnant que l'importance qu'il attribuait à la conservation des espèces n'eût pas été en partie puisée dans les écrits d'Aristote. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation de la benzine et des composés aromatiques;* par M. BERTHELOT.

« 1. J'ai fait connaître, il y a dix ans, une méthode universelle pour réduire et saturer d'hydrogène les composés organiques. Cette méthode est fondée sur l'emploi de l'acide iodhydrique en solution aqueuse saturée à froid, employé en grand excès, à une température de 275 à 280 degrés, pendant un temps très-considérable.

» J'ai montré que cette méthode, appliquée aux composés de la série aromatique comme aux composés de la série grasse, fournit la suite des termes d'une hydrogénation successive, jusqu'à la limite extrême des carbures forméniques ou saturés, plus difficiles cependant à atteindre avec les composés de la série aromatique. C'est ainsi (¹) que la benzine, pivot fondamental de la série aromatique, a pu être transformée en un carbure saturé, sensiblement unique, volatil à 69 degrés, et dont la composition et les propriétés sont les mêmes que celle de l'hydrure d'hexylène retiré des pétroles d'Amérique par MM. Pelouze et Cahours :

$$C^{12}H^{6} + 4H^{2} = C^{12}H^{14}.$$

» La formation de l'hydrure d'hexylène au moyen de la benzine est pré-

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, t. IX, p. 17.

cédée par celle de divers termes intermédiaires, que j'ai signalés en passant et sans m'y attacher, étant principalement occupé de définir la limite extrême de l'hydrogénation.

» 2. Un passage aussi net de la série aromatique à la série grasse a paru difficile à concevoir pour plusieurs chimistes, en raison des idées théoriques qu'ils s'étaient faites sur la constitution exceptionnelle de la benzine et de ses dérivés. Deux théories précises ont même été formulées à cet égard. D'après l'une d'elles, les carbures benzéniques (et leurs dérivés) pourraient seulement fixer une dose d'hydrogène proportionnelle au nombre d'équivalents méthyliques qui sont venus s'ajouter à la benzine. Ainsi :

La benzine...........	$C^{12}H^{6}$ ne pourrait fixer d'hydrogène
La méthylbenzine.....	$C^{14}H^{8}$ en fixerait 2 équivalents $C^{14}H^{8},H^{2}$
La diméthylbenzine....	$C^{16}H^{8}$ en fixerait 4 équivalents $C^{16}H^{10},2H^{2}$
La triméthylbenzine....	$C^{18}H^{10}$ en fixerait 6 équivalents $C^{18}H^{12},3H^{2}$

Mais ce dernier terme constituerait une barrière infranchissable, l'hydrogène et le méthyle ayant garni symétriquement les six sommets de l'hexagone conventionnel sur lequel ces théoriciens répartissent les éléments de la benzine.

» Une autre théorie, exposée plus récemment, ne reconnaît pas la même gradation; mais elle prétend également assigner 6 équivalents d'hydrogène comme la limite suprême de l'hydrogénation; limite que les auteurs de cette théorie ont déclaré n'avoir pas réussi à franchir, en traitant les carbures aromatiques par l'acide iodhydrique.

» 3. Dans cet état des choses, il m'a paru utile de faire de nouvelles expériences, afin de préciser davantage les degrés successifs et les conditions exactes de l'hydrogénation des carbures aromatiques. Je me suis attaché à la benzine, noyau fondamental de cette série; c'est, en outre, l'un des corps qui résistent le mieux aux agents réducteurs comme aux agents oxydants. Je décrirai mes expériences avec quelque détail, en raison de l'importance du sujet.

» 4. J'ai fait disposer un certain nombre de tubes, renfermant chacun 20 centimètres cubes d'acide iodhydrique saturé (densité = 2,05) et $0^{cc},6$ de benzine cristallisable. On a chauffé à 270 degrés pendant vingt heures; les tubes ont été ouverts, le carbure décanté, puis agité avec 3 à 4 volumes d'acide azotique fumant. Cette opération a réduit le produit aux deux tiers environ. On l'a fait digérer à une douce chaleur sur de l'étain, en présence de l'acide chlorhydrique étendu, afin de séparer les

dernières traces de nitrobenzine ; puis on a rectifié le carbure ; on l'a séché avec un fragment de potasse fondue, et distillé une dernière fois.

» L'analyse de ce produit a fourni :

C..................	86,5	100,2
H..................	13,7	

» Cette composition est intermédiaire entre celle des deux carbures $C^{12}H^{10}$ et $C^{12}H^{12}$:

$C^{12}H^{10}$	C........	87,8	$C^{12}H^{12}$	C........	85,7
	H........	12,2		H........	14,3

» 5. Le produit a été traité par le brome pendant quelques instants, pour attaquer les carbures les plus altérables ; l'excès de brome enlevé par l'acide sulfureux dissous, le carbure séché par la potasse solide, et le produit rectifié avec un thermomètre. Ce produit s'est, en effet, comporté comme un mélange, qui distillait depuis 68°,5 jusqu'à 77 degrés. La portion volatile entre 68°,5 et 72 degrés s'élevait à plus de moitié de la masse. Elle a fourni à l'analyse :

C..........	85,5	100,3	C..........	85,3	100,1
H..........	14,8		H..........	14,8	

» Ces nombres sont très-voisins de la composition $C^{12}H^{12}$. Mais le carbure qui les fournit est accompagné par un corps moins hydrogéné. En effet, la seconde partie, volatile entre 72 et 77 degrés, et qui s'élevait au quart de la masse, a fourni :

C...............	86,35	99,84
H...............	13,49	

» 6. J'ai rassemblé la matière qui me restait après ces essais ; je l'ai réunie avec le produit d'une nouvelle opération faite avec la benzine et l'acide iodhydrique ; le tout a été distribué dans des tubes avec de l'acide iodhydrique et chauffé une seconde fois vers 280 degrés, pendant un jour. Les produits ainsi obtenus ne cèdent plus rien à l'acide azotique fumant. La rectification les sépare encore en diverses portions, volatiles depuis 68°,5 jusqu'à 75 degrés. La portion qui distille entre 68°,5 et 70 degrés a fourni :

C.....	85,05	100,24	C.....	84,94	99,95
H.....	15,19		H.....	15,01	

Cette composition est intermédiaire entre $C^{12}H^{12}$ et $C^{12}H^{14}$.

$$C^{12}H^{12}\ldots \begin{cases} C\ldots. & 85,7 \\ H\ldots & 14,3 \end{cases} \qquad C^{12}H^{14}\ldots \begin{cases} C\ldots. & 83,7 \\ H\ldots & 16,3 \end{cases}$$

» Le produit résiste à une réaction de courte durée, exercée soit par l'acide azotique fumant, soit par le brome. L'acide sulfurique fumant l'altère lentement, mais très-sensiblement.

» 7. L'ensemble des carbures obtenus dans l'opération précédente a été réuni et traité une troisième fois par l'acide iodhydrique à 280 degrés, pendant vingt-quatre heures. Le carbure obtenu passait entièrement entre 68°, 5 et 70 degrés. Son analyse a donné :

$$\begin{matrix} C\ldots.. & 84,32 \\ H\ldots.. & 15,70 \end{matrix}\Big\} 100,02 \qquad \begin{matrix} C\ldots.. & 84,21 \\ H\ldots. & 15,69 \end{matrix}\Big\} 99,90$$

Cette composition est trop voisine de celle de l'hydrure d'hexylène $C^{12}H^{14}$, et trop éloignée de celle du carbure $C^{12}H^{12}$, pour laisser place à un doute; quoique le carbure obtenu renferme encore une petite quantité d'un corps moins hydrogéné (¹).

» 8. La réduction de la benzine donne donc réellement naissance au carbure saturé $C^{12}H^{14}$. Mais cette réduction s'opère en passant par les termes intermédiaires, tels que $C^{12}H^{8}$; $C^{12}H^{10}$; $C^{12}H^{12}$, termes qui répondent aux divers chlorures de benzine et de toluène signalés par les auteurs. J'ai moi-même réussi à fixer 2 équivalents d'hydrogène sur la benzine, au moyen de l'effluve électrique, le carbure résultant se transformant à mesure en polymères (²). Ces carbures et leurs homologues (³) se retrouveront probablement dans les huiles de schistes et de pétrole. Leurs points d'ébullition sont intermédiaires entre celui de la benzine, 80 degrés, et celui de l'hydrure d'hexylène, 69 degrés. Ces divers carbures sont d'autant plus stables qu'ils renferment une dose d'hydrogène plus considérable. Les carbures non saturés qui dérivent de la benzine se distinguent même des carbures isomères, acétyléniques $C^{2n}H^{2n-2}$, et éthyléniques $C^{2n}H^{2n}$, par une résistance bien plus grande à l'action du brome, aussi bien qu'à l'action des acides azotique et sulfurique fumants. J'avais signalé de tels caractères (⁴) pour l'hydrure de terpilène, $C^{20}H^{20}$, dérivé de la série cam-

(¹) Peut-être y a-t-il là quelque limite d'équilibre entre l'hydrogène dégagé de l'acide iodhydrique et l'hydrogène fixé sur le carbure.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. X, p. 66.

(³) Quelques-uns de ces derniers, tels que $C^{14}H^{16}$, ont été signalés par M. Baeyer.

(⁴) *Bulletin de la Société chimique*, t. XL, p. 19.

phénique, dès mes premières publications. M. Landolph, dans ses essais sur l'essence d'anis et sur les carbures $C^{2n}H^{2n-2}$ qui en dérivent, et M. Wreden, dans ses recherches sur les carbures $C^{2n}H^{2n}$, dérivés de l'acide camphorique et de la naphtaline, ont fait des observations analogues.

» 9. Si la formation de ces hydrures de benzine successifs, de plus en plus stables, de plus en plus voisins des carbures complétement saturés, semble difficile à concilier avec la formule hexagonale de la benzine, elle s'explique au contraire aisément par la *Théorie des saturations relatives* [1], théorie qui rend compte, de la façon la plus précise, des limites de saturation propres à la benzine, au styrolène, à la naphtaline, et aux autres carbures pyrogénés. Elle consiste à envisager, dans un carbure complexe, le carbure fondamental qui tend à être saturé soit par l'hydrogène, soit par des carbures subordonnés.

» Prenons comme point de départ de nos raisonnements l'expérience qui consiste à faire la synthèse de la benzine par la condensation directe de trois molécules d'acétylène,

$$3C^4H^2 = C^{12}H^6,$$

et envisageons la benzine comme dérivée d'une molécule fondamentale d'acétylène, carbure incomplet du second ordre, qui se trouve saturé par deux autres molécules d'acétylène; celles-ci étant subordonnées à la première, au même titre que l'hydrogène dans le tétrahydrure d'acétylène (autrement dit hydrure d'éthylène) :

» Acétylène : $C^4H^2(-)[-]$.

» Tétrahydrure d'acétylène : $C^4H^2(H^2)[H^2]$.

» Benzine : $C^4H^2(C^4H^2)[C^4H^2]$.

» La molécule fondamentale étant ainsi saturée dans la benzine, on s'explique pourquoi ce corps se comporte à la façon du formène dans la plupart des réactions. Je dis *dans la plupart*, et non *dans toutes*. En effet, les deux molécules d'acétylène subordonnées peuvent, à leur tour et séparément, fixer soit de l'hydrogène, soit du chlore, en engendrant les quatre carbures suivants et leurs dérivés :

$$C^4H^2(C^4H^2)[C^4H^4] \quad \text{ou} \quad C^{12}H^8,$$
$$C^4H^2(C^4H^2)[C^4H^6] \quad \text{ou} \quad C^{12}H^{10},$$
$$C^4H^2(C^4H^4)[C^4H^6] \quad \text{ou} \quad C^{12}H^{12},$$
$$C^4H^2(C^4H^6)[C^4H^6] \quad \text{ou} \quad C^{12}H^{14}.$$

---

[1] *Bulletin de la Société chimique*, t. VII, p. 315.

Tous ces carbures doivent offrir les mêmes caractères de stabilité et de saturation relatives que la benzine, la molécule fondamentale d'acétylène s'y trouvant pareillement complétée par deux carbures complémentaires. Mais le corps inscrit sur la dernière ligne est le seul dans lequel les deux molécules subordonnées se trouvent aussi complétées par de l'hydrogène; c'est donc le seul qui puisse jouer le rôle de carbure absolument saturé.

» 10. Quoi qu'il en soit, les expériences que je viens de décrire prouvent que l'action suffisamment intense et prolongée [1] de l'acide iodhydrique ramène tous ces carbures à la composition des carbures absolument saturés, tels que l'hydrure d'hexylène $C^{12}H^{14}$, volatil vers 69 degrés : composé que j'avais signalé dès mes premiers travaux comme le terme ultime de l'hydrogénation de la benzine, terme de saturation identique d'ailleurs pour la série grasse et pour la série aromatique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse à une Note récente de M.* de Parville, « *Sur la variation semi-diurne du baromètre* » ; par M. **Faye.**

« M. de Parville déclare, dans cette Note [2] fort intéressante d'ailleurs, que ses observations de 1859, au Nicaragua, sur la variation horaire du baromètre, sont en pleine contradiction avec l'idée de précision extrême et presque mathématique que j'attribue à la loi de ce phénomène. Il a cru que j'avais voulu dire que l'observation des périodes isolées devenait de plus en plus précise, de telle sorte qu'en commençant en 1800 par des déterminations à un quart d'heure près, on devait être arrivé aujourd'hui à observer la durée de l'oscillation avec la précision de $\frac{1}{30}$ de seconde.

» Il y a là une méprise à laquelle les termes dont je me suis servi [3] ne prêtent nullement. Le savant auteur l'aurait facilement évitée s'il avait fait attention au procédé bien simple que j'ai suivi et que l'on a employé de tout temps pour déterminer, avec une grande précision, la période *moyenne* d'un phénomène à l'aide d'observations relativement grossières, mais comprenant un nombre considérable de ces périodes.

---

(1) Les durées de réaction observées dans ces nouveaux essais sont sensiblement plus longues que dans mes premières expériences; soit que le temps n'ait pas été noté avec une exactitude suffisante dans celles-ci, soit que les dispositions spéciales des bains d'huile aient maintenu les tubes à une température un peu moins élevée dans les derniers essais.

(2) *Comptes rendus*, séance du 29 octobre dernier, p. 797 de ce volume.

(3) *Comptes rendus*, p. 718 de ce volume.

» Au lieu d'employer l'observation de M. de Humboldt, si pleinement confirmée pour l'époque actuelle par M. Broun, on peut recourir à celle de M. de Parville lui-même, qui fixe à 25 minutes le degré d'incertitude avec lequel on déterminerait directement une période isolée au moyen de l'observation de l'une de ses deux phases principales. Comme on s'accorde à reconnaître que, depuis 1800 jusqu'à nos jours, ce phénomène continue à présenter le même caractère dans les mêmes lieux, on est certain que dans les 76 années il y a eu 27740 périodes barométriques. Puisque chacune d'elles, isolément déterminée par mesure directe, donne un jour solaire moyen à 25 minutes près, il est évident que la période *moyenne* sera aussi d'un jour solaire moyen, mais à $\frac{25^{m}}{27740}$ ou $0^{s},054$ près.

» Et, si le phénomène se soutient ainsi pendant les 76 années qui vont suivre, je veux dire si l'on n'y reconnaît pas d'altération systématique non soupçonnée jusqu'ici, on conclura, avec des observations de même précision que celles de M. de Parville, que la période moyenne est d'un jour solaire moyen à $0^{s},027$ près.

» Tout le monde sait que c'est par ce procédé que les astronomes déterminent, à la longue, avec tant de précision, la durée moyenne de la révolution des corps célestes, bien que chaque période, prise à part, ne puisse être mesurée directement avec une suffisante exactitude. Les météorologistes font aussi un continuel et fort légitime emploi du même procédé. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *L'Échidné de la Nouvelle-Guinée.* Note de M. **Paul Gervais**.

« On sait, depuis quelque temps, qu'il existe des Monotrèmes de la famille des Échidnés, non-seulement en Tasmanie et à la Nouvelle-Hollande, mais aussi à la Nouvelle-Guinée, et MM. Peters et Doria ont publié la description d'un crâne de l'espèce propre à cet archipel (¹), qui appartient au Musée de Gênes; toutefois les autres caractères de l'espèce sont restés inconnus.

» J'ai eu l'occasion d'étudier tout dernièrement deux exemplaires de l'Échidné de la Nouvelle-Guinée, apportés à Paris par M. Léon Laglaize, qui se les est procurés, avec le concours de M. Bruijn, de Ternate, dans les montagnes des Karons, à une hauteur de 1150 mètres. Les naturels les

(¹) *Tachyglossus Bruijnii*, Peters, *Ann. Mus. Gênes*, t. IX, p. 503 (décembre 1876).

y appellent *Nodiaks*, et ils leur donnent la chasse au moyen de chiens, qui les délogent des profonds terriers dans lesquels ils se tiennent.

» L'Échidné de la Nouvelle-Guinée diffère par des caractères bien tranchés de celui de l'Australie, et il paraît devoir être distingué de ce dernier non-seulement comme espèce, mais encore comme genre.

» Il est plus fort et sa couleur n'est pas la même. Ses poils sont noirâtres, au lieu d'être d'un brun roussâtre, et ses piquants sont entièrement blancs dans le sexe mâle, en grande partie noirs, au contraire, dans la femelle; chez celle-ci la pointe d'un certain nombre d'entre eux passe au blanc. On sait que leur pointe est noire dans l'Échidné véritable. Mais ce qui a une valeur plus grande, c'est que les ongles, d'ailleurs forts et disposés pour fouiller le sol, ne sont qu'au nombre de trois aux pieds de devant comme à ceux de derrière et que le rostre, dont la couleur est noire, est beaucoup plus long que dans l'*Echidna aculeata* (¹) et qu'il est sensiblement arqué. La langue mérite aussi d'être mentionnée; elle est très-grêle et beaucoup plus longue (²) que dans l'Échidné déjà connu; les papilles cornées de sa base n'ont pas la même disposition que dans ce dernier et sa partie antérieure, qui est disposée en gouttière, présente trois séries d'épines dont deux marginales et une médiane, tandis que celle de l'Échidné antérieurement décrit est lisse, sauf à sa base. Le nombre des vertèbres et celui des côtes ne sont pas non plus identiquement les mêmes et, outre que les os sont plus robustes, on y remarque quelques caractères de forme un peu différents. C'est ce que je montrerai dans le Mémoire détaillé que je prépare au sujet de ce curieux animal.

» Je proposerai de donner au genre formé pour l'Échidné de la Nouvelle-Guinée le nom d'*Acanthoglossus;* l'espèce qui lui sert de type deviendra ainsi l'*A. Bruijnii.* »

GÉOGRAPHIE. — *Sur un projet de canal interocéanique; études de la Commission internationale de l'isthme du Darien*. Note de M. DE LESSEPS.

« Le dernier congrès géographique tenu à Paris, auquel divers projets de canaux interocéaniques avaient été soumis, a émis le vœu qu'une Commission fût formée pour examiner ces projets et donner à leur sujet une opinion scientifique. La Société de Géographie de Paris fut chargée de nom-

---

(¹) 0,12 au lieu de 0,04.

(²) 0,270 au lieu de 0,085.

mer la Commission ; elle en choisit les membres et me fit l'honneur de me désigner pour les présider.

» Dès nos premières réunions, tous mes collègues furent d'accord pour déclarer que, parmi les tracés de canaux interocéaniques, il n'y en avait que deux sur lesquels il convînt de porter notre attention : le tracé par le Nicaragua et celui du Darien ; mais en même temps nous fûmes d'avis que, si le tracé par le Darien offrait la possibilité d'être exécuté sans écluses et permettait un passage toujours ouvert pour laisser passer les navires d'un océan à l'autre, cette solution devait être préférée, même s'il en résultait une augmentation de dépenses de première construction, afin d'obtenir un canal réellement maritime, comme celui de Suez.

» Les auteurs ou propagateurs des deux projets furent invités à nous présenter leurs études, qui ne furent pas jugées suffisantes.

» Les partisans du tracé par le Darien avaient l'avantage d'agir en vertu d'une concession accordée par le Gouvernement colombien au général Turr, aide-de-camp du roi d'Italie, tandis que les deux Gouvernements intéressés dans la voie du Nicaragua ne s'étaient point encore mis d'accord pour autoriser la formation d'une compagnie financière.

» Une récente exploration scientifique internationale, accomplie sous la direction de M. L.-B. Wyse, lieutenant de vaisseau de la marine française, beau-frère du général Turr, vient d'être l'objet d'un très-remarquable Rapport que l'auteur m'a demandé de présenter à l'Académie, et qui sera lu avec un vif intérêt par mes savants confrères.

» Quelques passages suffiront pour donner une idée de l'importance de ce travail :

« Sans y comprendre le souterrain, ce tracé, complétement à niveau, n'a que 55 kilomètres à proprement parler ; il emprunte, en outre, la partie profonde du cours de la Tuyra maritime jusqu'en aval de l'île du Piriaque ou des Alligators, d'où il rejoint, par une coupure en droite ligne de 16200 mètres, le Chucunaque près du confluent du Tupisa, dont il suit le thalweg pendant 11400 mètres. A partir de l'embouchure de la *quebrada* Sucia, il se dirige vers le nord-est, par la vallée du Tiati, jusqu'au point où le tunnel devient financièrement économique, c'est-à-dire que, sur environ 17 kilomètres, il passe alors au sud du pic de Gandi, sous la dépression si remarquable où prennent naissance, d'un côté, un bras du Tuquesa, le Tupisa, le Tiati, et de l'autre le Tolo et l'Acanti. En retrouvant la cote de 50 mètres au-dessus du niveau moyen de l'Atlantique, il continue en tranchée ouverte sur à peu près 10 kilomètres par les vallées de l'Acanti et du Tolo, jusqu'aux eaux profondes de Port-Gandi.

» La longueur du souterrain pourrait varier de 9300 à 18500 mètres ; il est très-vraisemblable qu'elle serait seulement de 13 à 14 kilomètres.

» Il résulte de devis calculés au maximum que le canal reviendrait à 600 millions.

» ... Nulle part nous n'avons rencontre de terrains à éboulements.

» Presque partout nous avons trouvé une épaisseur de terre végétale variant de 2 à 7 mètres, suivant la proximité des contre-forts avoisinants et recouvrant une autre couche d'argiles diversement colorées, suffisamment tenaces et mélangées de sables, surtout vers le bas des rivières. La limite des marées marque d'une façon approchée le point où l'argile cesse d'être aussi sablonneuse.

» Il est inutile de faire remarquer combien cette nature du sol est heureuse, dans un pays soumis à des pluies torrentielles : la plasticité des couches argileuses permet d'espérer que le lavage des terres par les météores aqueux serait sans importance au point de vue de la dégradation et des ensablements du canal ; il en serait de même du remous produit par l'action des vagues soulevées par le passage des navires.

» ... Nous avons opéré dans une contrée absolument déserte et inexplorée, entièrement couverte d'une végétation sauvage, touffue et puissante ; les investigations ont donc été particulièrement difficiles. Cependant nous pouvons affirmer tout d'abord que les matériaux de construction ne feront jamais défaut. Relativement aux bois, toutes les essences qui croissent sous les tropiques ont des représentants dans ces belles forêts, depuis les plus durs et les plus denses, tels que le *gayac*, le *tapalisa*, le *mora*, le *nispero*, l'*espinoso*, le *roble*, le *ceiba*, le *hobo*, le *yaya*, l'*almendro*, l'*algarobo*, le *bois de fer*, le *cacique*, l'imputrescible *curutu*, l'*acajou*, l'*espavés*, le *bongo*, le *cèdre jaune et rouge*, le *juecito*, le *grenadillo*, le *palissandre*, le *guayacan*, le *pena*, le *conjado*, le *higueron*, le *sorro*, etc., presque tous incorruptibles et inattaquables aux vers, jusqu'aux plus légers, tels que l'immense *quipo* aux fibres d'une contexture textile, le *guayavo*, le *gachapala* qui remplace le pin pour faire des mâtures, le *panama* et surtout le *balsal*, dont le poids spécifique est très-inférieur au liége.

» En ce qui concerne les autres matériaux, les pierres calcaires, sans être abondantes, se rencontrent en quantité suffisante ; certains grès présentent toutes les conditions voulues pour être employés avec avantage ; la plupart des argiles pourraient fournir d'excellentes briques, des tuiles, tuyaux, vases grossiers, etc., et même des poteries ; les madrépores et les coraux, si fréquents particulièrement près des côtes de l'Atlantique, donneraient les diverses espèces de chaux. Enfin, si on voulait les exploiter, on aurait de la houille, à proximité du Tuquesa, par exemple, du fer et du cuivre à l'état natif ou mélangés à d'autres métaux encore plus précieux. »

Après avoir rendu hommage au dévouement des officiers de marine et des ingénieurs auxquels on doit d'avoir mené à terme ce remarquable voyage d'exploration, M. de Lesseps ajoute :

« Les concessionnaires du projet du Darien avaient d'abord dirigé leurs opérations entre les bouches du fleuve Tuyra, sur l'océan Pacifique, et les bouches du fleuve Atroto, sur l'océan Atlantique ; mais ce tracé a été reconnu inexécutable. Une partie de la Commission d'exploration parcourut alors les terrains compris entre le point où le Tuyra cesse d'être navigable pour les grands navires et l'océan Atlantique, en se dirigeant vers le nord.

C'est ce tracé qui prévoit la nécessité d'un souterrain; mais, comme les opérations géodésiques de ce nouveau tracé n'ont pu être achevées l'année dernière, M. le lieutenant Wyse doit s'embarquer dans deux jours à Saint-Nazaire, pour compléter ses études. Il emmènera avec lui M. le lieutenant de vaisseau Reclus. L'énergie et la persévérance de ces officiers distingués méritent les plus grands éloges. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. Rohart adresse, par l'entremise de M. Chevreul, une réclamation de priorité, relative au procédé récemment indiqué par M. C. Cassius, pour la fixation du sulfure de carbone à l'état solide, au moyen de la gélatine.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Faverie adresse une Note relative à un procédé de destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. E. Sorel adresse une Note relative à un appareil destiné à soumettre les gaz à de hautes pressions.

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Berthelot.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse l'ampliation d'un décret qui autorise l'Académie à accepter le legs de *deux mille francs* de rente qui lui a été fait par le Dr Pourat, pour la fondation d'un prix annuel à décerner sur une question de Physiologie.

ASTRONOMIE. — *Systèmes stellaires formés d'étoiles associées dans un mouvement propre commun et rapide.* Note de M. C. Flammarion.

« Ces systèmes, formés d'étoiles éloignées les unes des autres à plus d'une minute de distance angulaire, et qui ne paraissent pas se ranger, quant à présent du moins, dans les systèmes orbitaux, se révèlent à l'analyse à mesure qu'on approfondit davantage l'étude des mouvements

propres et ceux que j'ai précédemment signalés; j'ajouterai aujourd'hui les suivants :

I. — RÉGULUS ET 19749 LALANDE.

» Régulus est précédé au nord-ouest par une petite étoile de 8e ½ grandeur, dont la relation a été mesurée micrométriquement pour la première fois par Ch. Mayer il y a juste un siècle, en 1777. Je l'ai mesurée avec soin cette année, et j'ai constaté que la relation est exactement la même qu'il y a cent ans.

	Angle.	Distance.	
1777.........	306°27′	2′57″,2	Ch. Mayer.
1877.........	306.42	2.56,9	Flammarion.

» Il y a d'autres mesures intermédiaires, par Piazzi, Lalande, Herschel, South, Smyth, Struve, Secchi, Dembowski, Engelmann, Wilson, qui concordent suffisamment pour confirmer cette fixité, quoique quelques astronomes aient cru remarquer un changement que les uns ont attribué à un indice de mouvement orbital, et les autres au mouvement propre (voir SMYTH, *Celestial cycle*, CCCLXXIV). Mais la fixité relative de ces deux étoiles est aujourd'hui certaine et prouvée par un intervalle d'un siècle entier.

» Qu'un mouvement orbital de la petite autour de la grande se manifeste dans les siècles futurs, c'est ce que nous ne pouvons préjuger : rien ne le fait pressentir.

» D'après l'ensemble des observations faites sur Régulus, depuis Bradley, nous pouvons conclure que cette étoile est animée du mouvement propre suivant [que j'ai tiré de la combinaison des valeurs les plus rigoureuses, Argelander, Main (Greenwich) et Le Verrier] :

$$Æ - 0^s,018; \quad D.P. - 0'',012.$$

» En réduisant l'Æ en arc de grand cercle et résolvant le triangle, on trouve que, depuis un siècle, l'étoile brillante Régulus et l'étoile télescopique de 8e ½ grandeur qui l'accompagne se sont avancées de près de 27 secondes d'arc dans l'espace, en restant fixes l'une par rapport à l'autre. Cette communauté de mouvement fait conclure qu'elles sont à la même distance de nous et qu'elles se trouvent dans le même cas que les systèmes stellaires signalés précédemment. La direction de ce mouvement forme un angle de 45 degrés environ avec la perspective due à la translation du système solaire.

» Plusieurs étoiles voisines semblent marcher dans cette même direction; entre autres A du Lion, o 48,49 et Σ 1399. Il y a un petit compagnon à 19749 Lal., si faible que je n'ai pu le mesurer.

II. — ζ[1] ET ζ[2] DU RÉTICULE.

» Ces deux étoiles, de 5e,7 et 5e,9 grandeur; éloignées l'une de l'autre de 26s,26 en Æ et de 4′2″ en Ⓓ, se présentent également comme associées par un mouvement propre commun et très-rapide. Nous avons, en effet, les évaluations suivantes pour ce mouvement propre :

	Æ	D.P.	
	s	″	
ζ^1...........	+ 0,127	— 0,72	B.A.C.
ζ^2............	+ 0,123	— 0,77	
ζ^1.........	+ 0,240 :	— 0,80	Jacob—Brisbane.
ζ^2............	+ 0,180	— 0,77	
ζ^1...........	+ 0,158	— 0,75	Jacob—La Caille.
ζ^2............	+ 0,159	— 0,79	

» Cette dernière valeur, fondée sur un intervalle de plus d'un siècle, paraît la plus sûre. Mais, quel que soit le chiffre adopté, la similitude des mouvements est certaine; la translation est, comme on le voit, très-rapide. Ce mouvement est dirigé presque en ligne droite vers la région céleste d'où nous venons, de sorte que la perspective due à notre propre translation entre pour une partie importante dans le déplacement apparent constaté. Ce couple n'est sans doute pas très-éloigné de nous (1). »

---

(1) Fait remarquable, il y a, dans cette région du ciel, un véritable courant d'étoiles dirigé vers le point opposé à la direction du système solaire dans l'espace. Je signalerai notamment le groupe formé par

	Mouvement probable. Jacob—Brisbane.	
	Æ	D.P.
	s	″
α Hydre mâle...	+ 0,037	— 0,03
531 B.A.C....	+ 0,037	0,00
417 B.A.C.....	+ 0,041	+ 0,01

et, comme mouvements propres plus rapides :

681 B.A.C.....	+ 0,187	— 0,51
χ Éridan.......	+ 0,075	— 0,32

(La fin de la note est à la page suivante.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'ordre (ou la classe) d'une courbe plane algébrique, dont chaque point (ou chaque tangente) dépend d'un point correspondant d'une autre courbe plane et de la tangente en ce point. Extension aux surfaces.* Note de M. G. Fouret, présentée par M. Chasles.

« 1. M. Chasles, dans deux Communications du mois d'août dernier, a fait connaître trois lois très-générales, régissant une catégorie nombreuse de lieux géométriques. J'ai trouvé, pour une de ces lois, une démonstration fort simple, qui m'a conduit à une loi semblable pour l'espace, dont je donnerai plus loin l'énoncé et la démonstration. Le théorème de M. Chasles (¹), dont je m'occupe en ce moment, peut s'énoncer de la manière suivante :

» *L'ordre d'une courbe algébrique plane, lieu d'un point mobile, constamment lié à un autre point mobile qui décrit lui-même une courbe plane et à la tangente en ce point, par l'intermédiaire de conditions indépendantes de cette deuxième courbe, est une fonction linéaire et homogène de l'ordre et de la classe de cette dernière. Il en est de même de la courbe enveloppe d'une droite mobile, dont le mouvement est déterminé de la même manière* (²).

---

et, à 7 heures au delà, à la même distance du pôle austral, le groupe :

	s	"
6136 B.A.C....	0,000	+ 1,16
6170 B.A.C....	+ 0,005	+ 1,14
6430 B.A.C....	0,000	+ 1,00
6472 B.A.C....	0,000	+ 1,00
6481 B.A.C....	+ 0,001	+ 1,00

Toutes ces étoiles paraissent marcher ensemble vers le même point opposite de notre translation. Mais les mouvements propres, déterminés dans l'hémisphère austral, sont en général si incertains, que nous ne pouvons qu'appeler l'attention des observateurs de cet hémisphère sur ces groupes, si curieux, sans rien affirmer, quant à présent. Il est possible que pour un grand nombre d'étoiles, comprises dans l'intérieur du 60ᵉ degré de distance au pôle sud, les grands mouvements propres accusés proviennent d'erreurs d'observation. Mais, si la majorité de ces mouvements sont réels, la conclusion que nous pouvons en tirer dès aujourd'hui est qu'il y a dans cet hémisphère un plus grand nombre d'étoiles plus rapprochées de nous que dans l'hémisphère boréal : la perspective de notre translation séculaire y est beaucoup plus évidente.

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 362 (séance du 13 août 1877).

(²) La démonstration de ce théorème peut se conclure immédiatement de résultats plus généraux donnés par M. Halphen (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 705). Celle que je vais en donner présentera donc surtout l'intérêt de pouvoir s'étendre à l'espace.

» 2. Les deux parties du théorème étant corrélatives, il suffit de démontrer la première. Soit

$$(1) \qquad \varphi(x, y) = 0$$

l'équation de la courbe donnée U_m^n, du $m^{ième}$ ordre et de la $n^{ième}$ classe.

» Désignons par ξ, η les coordonnées d'un point quelconque du lieu dont on cherche l'ordre : les relations qui lient ce point au point (x, y), correspondant de U_m^n, peuvent toujours, par suite de l'élimination des paramètres auxiliaires, se réduire à deux seulement

$$(2) \qquad \begin{cases} F_1\left(\xi, \eta, x, y, \dfrac{dy}{dx}\right) = 0, \\ F_2\left(\xi, \eta, x, y, \dfrac{dy}{dx}\right) = 0. \end{cases}$$

» Si l'on voulait avoir l'équation du lieu, il faudrait éliminer x, y, $\dfrac{dy}{dx}$ entre les équations (1) et (2), et l'équation

$$(3) \qquad \varphi'_x + \varphi'_y \frac{dy}{dx} = 0.$$

Mais nous cherchons l'ordre de ce lieu, et pour cela il suffit de déterminer le nombre de ses points d'intersection avec une droite quelconque

$$(4) \qquad a\xi + b\eta + c = 0.$$

Or ce nombre n'est autre que le nombre des solutions en ξ, η, x, y, $\dfrac{dy}{dx}$, qui vérifient le système des cinq équations (1), (2), (3), (4), ou encore le nombre des solutions en x, y, $\dfrac{dy}{dx}$, vérifiant à la fois les équations (1), (3) et

$$(5) \qquad \psi\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) = 0,$$

obtenue en éliminant ξ et η entre (2) et (4). Mais l'équation (5) définit un *système de courbes*, doué de deux *caractéristiques*, *droite* et *point*, α et β, et lié uniquement aux équations (2), c'est-à-dire aux conditions de la question, indépendantes, par hypothèse, de la courbe U_n^m. D'ailleurs chercher le nombre des solutions de l'ensemble des équations (1), (3), (5), c'est, au point de vue géométrique, chercher le nombre des branches de courbes du système (5) qui touchent U_m^n, et l'on sait, d'après un théorème connu, que ce nombre est égal à $\alpha m + \beta n$. Donc, etc.

» 3. Voici maintenant l'énoncé d'un théorème relatif aux surfaces algébriques, et tout à fait analogue à celui qui précède :

» *L'ordre d'une surface algébrique, lieu géométrique d'un point mobile,*

constamment lié à un point mobile sur une autre surface algébrique, et au plan tangent en ce point, par l'intermédiaire de conditions indépendantes de cette deuxième surface, est une fonction linéaire et homogène de l'ordre, de la classe et du rang de cette dernière. Il en est de même de la classe d'une surface, enveloppe d'un plan mobile, dont le mouvement est déterminé de la même manière.

» Ce théorème comprend, comme cas particuliers, les énoncés III et IV de ma Communication du 23 juillet dernier ([1]). Il se démontre fort simplement, comme on va le voir. Il suffit d'ailleurs de démontrer la première partie du théorème, la seconde s'en déduisant dualistiquement.

» **4.** Soit

$$\varphi(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

l'équation de la surface donnée (m, n, r), d'ordre m, de classe n et de rang r. Désignons par ξ, η, ζ les coordonnées d'un point quelconque du lieu dont on cherche l'ordre. Nous pouvons supposer qu'entre les équations de condition qui définissent ce lieu, on ait préalablement éliminé les paramètres auxiliaires; ces équations se réduisent alors à trois :

$$\left\{\begin{array}{l} F_1(\xi, \eta, \zeta, x, y, z, p, q) = 0, \\ F_2(\xi, \eta, \zeta, x, y, z, p, q) = 0, \\ F_3(\xi, \eta, \zeta, x, y, z, p, q) = 0, \end{array}\right. \tag{2}$$

dans lesquelles nous supposons $p = \frac{dz}{dx}$, $q = \frac{dz}{dy}$. On obtiendrait évidemment l'équation du lieu en éliminant x, y, z, p et q entre (1), (2) et

$$\left\{\begin{array}{l} \varphi'_x + p\varphi'_z = 0, \\ \varphi'_y + q\varphi'_z = 0. \end{array}\right. \tag{3}$$

Mais nous voulons seulement déterminer l'ordre du lieu en question, c'est-à-dire le nombre de ses points d'intersection avec une droite quelconque

$$\left\{\begin{array}{l} a_1\xi + b_1\eta + c_1\zeta + d_1 = 0, \\ a_2\xi + b_2\eta + c_2\zeta + d_2 = 0. \end{array}\right. \tag{4}$$

Or ce nombre est manifestement égal au nombre des solutions en $\xi, \eta, \zeta, x, y, z, p, q$ du système des équations (1), (2), (3), (4), ou bien encore au nombre des solutions en x, y, z, p, q de l'ensemble des équations (1)

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 216.

et (3), et des deux suivantes :

$$(5)\qquad \begin{cases} \psi_1(x, y, z, p, q) = 0, \\ \psi_2(x, y, z, p, q) = 0, \end{cases}$$

obtenues en éliminant ξ, η, ζ entre les équations (2) et (4).

» Mais l'ensemble des deux équations (5) définit, comme je l'ai déjà fait remarquer antérieurement ([1]), un *système de surfaces* généralement transcendantes, doué de trois *caractéristiques*, α, β, γ, qui sont respectivement les nombres de nappes de ces surfaces qui touchent un plan quelconque, passent par un point quelconque et sont tangentes à une droite quelconque. Dans le cas actuel, les surfaces du système (α, β, γ) dépendent exclusivement des équations (2), c'est-à-dire des conditions de la question indépendantes, par hypothèse, de la surface (m, n, r). D'ailleurs, chercher le nombre des solutions de l'ensemble des équations (1), (3), (5), c'est, au point de vue géométrique, chercher le nombre des contacts des surfaces du système (5) avec la surface (m, n, r), et l'on sait, d'après un théorème connu ([2]), que, dans le cas où le système et la surface sont indépendants, ce nombre est $\alpha m + \beta n + \gamma r$. Donc, etc. »

GÉOMÉTRIE. — *Applications d'un mode de représentation plane de classes de surfaces réglées;* par M. A. Mannheim.

« Je conserve les notations et les figures de ma précédente Communication (séance du 29 octobre 1877).

» Supposons que *la courbe représentative soit une simple droite.* Cela revient à dire que toutes les droites auxiliaires sont confondues en une seule ([1]). Tous les points de cette droite jouissent alors de la propriété démontrée précédemment pour le point a' et toutes les lignes asymptotiques de la surface réglée (S_n) sont, dans ce cas, des trajectoires orthogonales des génératrices de cette surface. La ligne de striction elle-même est une de ces trajectoires orthogonales, ligne asymptotique de (S_n). Si nous prenons alors, comme origines des droites auxiliaires, les points de cette ligne de striction, la surface (S_n) sera représentée par une droite parallèle à l'axe

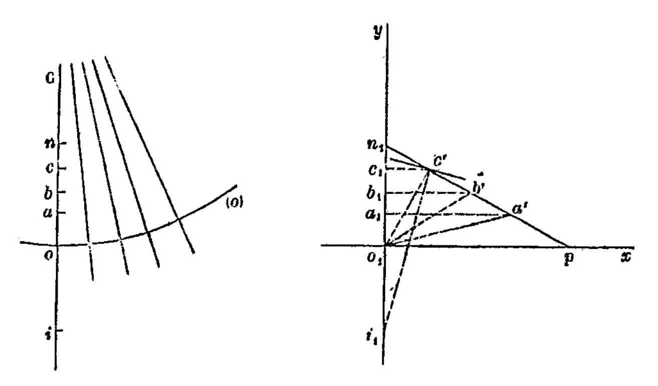
---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 167.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 170. *Voir* aussi Brill (*Mathematischen Annalen*, VIII Band, 4 Heft).

([1]) On pourrait conclure de là que (o) est une hélice, si l'on admettait comme démontré que la courbe dont les deux rayons de courbure sont constants est une hélice.

des γ. Cette nouvelle représentation montre qu'en chacun de ses points la ligne de striction a un rayon de courbure infini; par suite, c'est *une ligne droite.*



» La surface (S_n) a toutes ses génératrices perpendiculaires à cette droite. Elle admet donc un plan directeur. Projetons-la sur ce plan directeur; la ligne de striction se projette en un point, les génératrices se projettent suivant des droites partant de ce point, et les lignes asymptotiques se projettent suivant des trajectoires orthogonales de ces droites, c'est-à-dire suivant des circonférences de cercles concentriques. Par suite, les génératrices de (S_n) sont normales à des cylindres dont l'axe de révolution est la ligne de striction de cette surface, et alors les lignes asymptotiques de (S_n) ont leurs plans osculateurs normaux à ces cylindres et sont des lignes géodésiques de cylindres de révolution, c'est-à-dire des hélices. Nous pouvons dire alors que :

» *Les surfaces, lieux des normales principales d'une courbe, qui sont représentées par une droite, sont des hélicoïdes gauches à plan directeur.*

» On a maintenant tout de suite la réponse à cette question :

» *Quelle est la surface réglée pour laquelle les rayons de courbure principaux sont, en chaque point, égaux et de signes contraires?*

» Cette surface a pour lignes asymptotiques des trajectoires orthogonales de ses génératrices. Elle est alors représentée par une droite : donc *c'est un hélicoïde gauche à plan directeur.*

» Supposons que *la courbe représentative d'une surface* (S_n) *soit une parabole ayant o'_1 pour foyer et $o_1 y$ pour axe,* autrement dit, la relation entre les rayons de courbure de (o) est l'équation tangentielle d'une parabole.

» Cette relation est

$$\frac{1}{\rho^2} + \frac{1}{r^2} = \frac{1}{\lambda\rho}. \tag{1}$$

» Les projections de o_1 sur les tangentes de cette parabole sont sur la

tangente au sommet de cette courbe. Les points, tels que c', se projettent alors en un même point c_1 sur $o_1 y$. De là résulte que :

» *La ligne de striction de la surface* (S_n), *relative à une courbe dont les rayons de courbure sont liés par la relation* (1), *est une trajectoire orthogonale des génératrices de cette surface.*

» Prenons pour origines des droites auxiliaires les points de cette ligne de striction. Les nouvelles droites auxiliaires sont alors parallèles à $o_1 y$, et nous voyons ainsi que, pour un quelconque de ses points, la ligne de striction a un rayon de courbure géodésique infini. Cette ligne est donc une géodésique de (S_n), et nous avons cette propriété :

» *La surface* (S_n), *relative à une courbe dont les rayons de courbure ont entre eux la relation* (1), *est le lieu des binormales d'une courbe gauche.*

» Si les origines de droites auxiliaires sont les points d'une trajectoire orthogonale quelconque de la surface formée par les binormales d'une courbe gauche, ces droites envelopperont encore une parabole. De là ce théorème :

» *Sur la surface formée par les binormales d'une courbe gauche, les trajectoires orthogonales des génératrices ont leurs rayons de courbure géodésique et leurs rayons de torsion géodésique liés par la relation*

$$\frac{1}{\rho_g^2} + \frac{1}{r_g^2} = \frac{1}{\lambda \rho_g},$$

dans laquelle ρ_g *est un rayon de courbure géodésique,* r_g *un rayon de torsion géodésique et* λ *une constante.*

» Les propriétés de la parabole conduisent à des propriétés des surfaces représentées par cette courbe. En voici un seul exemple : la portion d'une tangente à une parabole comprise entre son point de contact et l'axe de la courbe, est partagée en parties égales par la tangente au sommet. On déduit de là que :

» *Sur la surface* (S_n) *relative à une courbe* (o) *dont les rayons de courbure ont entre eux la relation* (1), *la ligne de striction partage en parties égales les segments compris sur chaque normale de* (o) *entre le centre de courbure de cette courbe et le point pour lequel* (S_n) *a ses rayons de courbure égaux et de signes contraires.*

» Avant d'énoncer d'autres résultats, nous pouvons maintenant faire quelques remarques générales relatives à notre nouveau mode de représentation.

» Donner une relation entre les rayons de courbure d'une courbe revient à donner l'équation tangentielle de la courbe représentative des surfaces

formées par les normales principales des courbes pour lesquelles cette relation convient. La podaire de cette courbe représentative, pour l'origine o_1, correspond à la ligne de striction de ces surfaces. Cette courbe podaire ne change pas lorsqu'on prend de nouvelles origines pour les droites auxiliaires; on peut dire alors que cette courbe podaire est aussi une courbe pouvant représenter ces surfaces.

» C'est ainsi que la surface formée par les normales principales communes à deux courbes est représentée par une circonférence de cercle ([1]).

» Et alors, si nous revenons pour ces dernières surfaces aux courbes représentatives formées par l'enveloppe des droites auxiliaires relatives aux points d'une trajectoire orthogonale quelconque, pris comme origines, nous voyons que :

» *La surface formée par les normales principales communes à deux courbes est représentée par une ellipse ou une hyperbole, selon la position de la trajectoire orthogonale de ces normales dont on prend les points comme origines des droites auxiliaires.*

» Par l'équation tangentielle de cette conique on a tout de suite *la liaison suivante, qui existe entre les rayons de courbure géodésique et les rayons de torsion géodésique pour les points d'une trajectoire orthogonale des normales principales communes à deux courbes,*

$$\left(\frac{1}{\rho_g}-\frac{1}{\lambda}\right)^2+\left(\frac{1}{r_g}-\frac{1}{\mu}\right)^2=\frac{1}{\nu^2},$$

dans laquelle λ, μ, ν *sont des constantes.*

» Après ce qui précède, on démontrera facilement les théorèmes suivants :

» *Lorsque le produit des deux rayons de courbure d'une courbe est constant, les milieux des rayons de courbure de cette courbe sont les points pour lesquels la surface formée par ses normales principales a ses rayons de courbure égaux et de signes contraires.*

» *Lorsque la somme des carrés des courbures d'une courbe est constante, les points centraux des génératrices de la surface formée par ses normales principales sont les points pour lesquels les rayons de courbure principaux de cette surface sont égaux et de signes contraires*, etc., etc., etc.

» Je montrerai prochainement comment on peut étendre les résultats que renferment cette Communication et la précédente. »

([1]) Voir *Journal de Mathématiques*, 2e série, t. XVII : *Sur la surface gauche lieu des normales principales de deux courbes.*

CHIMIE. — *Sur la liquéfaction de l'acétylène.* Note de M. CAILLETET, présentée par M. Berthelot.

« L'acétylène est bien connu depuis les beaux travaux de M. Berthelot, qui a fait une étude complète de ce gaz.

» En étudiant récemment la compressibilité de l'acétylène, j'ai constaté qu'il s'écartait de la loi de Mariotte, sous les hautes pressions, et j'ai pu le liquéfier.

» L'appareil que j'emploie, et qui peut servir également à la liquéfaction d'un grand nombre de gaz, se compose d'un cylindre creux en acier, sorte d'éprouvette renversée, dont les parois sont assez épaisses pour résister à la pression de plusieurs centaines d'atmosphères. La partie supérieure de l'appareil porte un pas de vis qui permet d'y fixer, au moyen d'un écrou de bronze, le réservoir en verre qui contient le gaz à liquéfier. Ce réservoir est formé d'un tube épais et de petit diamètre, soudé à un tube plus large qui plonge dans le mercure dont on a rempli le cylindre creux.

» L'éprouvette est donc soumise, à l'intérieur et à l'extérieur, à des pressions égales, ce qui permet de lui donner des dimensions notables, malgré les hautes pressions qu'elle devra supporter; quant au tube de petit diamètre qui la surmonte, il est soumis intérieurement aux pressions qui déterminent la liquéfaction, tandis que ses parois extérieures supportent seulement la pression atmosphérique. Un épaulement de métal livre passage au tube de petit diamètre qui s'y trouve mastiqué; ce tube s'élève verticalement, ce qui permet de suivre à l'œil nu toutes les phases de la liquéfaction : pour plus de sécurité, il est bon d'entourer cette partie de l'appareil d'un cylindre plus large rempli d'eau.

» On comprime le gaz au moyen d'une pompe hydraulique par l'intermédiaire d'une couche de mercure.

» Lorsqu'on comprime l'acétylène au moyen de cet appareil, la température du gaz étant de + 18 degrés, on voit, à la pression de 83 atmosphères, de nombreuses gouttelettes se former et couler contre les parois intérieures du tube. En réduisant la pression de quelques atmosphères, le liquide se résout subitement en gaz et le tube se remplit pendant un instant d'un épais brouillard.

» L'acétylène liquide est incolore, extrêmement mobile; il paraît être très-réfringent, il est bien plus léger que l'eau, dans laquelle il se dissout en forte proportion. Il dissout la paraffine, les matières grasses.

» Lorsqu'on refroidit à zéro l'acétylène liquide en présence de l'eau et de l'huile de lin, il se forme un composé blanc, neigeux, qui se détruit en dégageant de nombreuses bulles de gaz, lorsqu'on le chauffe légèrement ou qu'on abaisse la pression.

» L'acétylène se liquéfie aux pressions suivantes :

A + 1°	sous	48^{atm}
2,5	»	50
10	»	63
18	»	83
25	»	94
31	»	103

» Il m'a paru intéressant de comparer les tensions de l'acétylène, de l'éthylène et de l'hydrure d'éthylène ; ces trois gaz renfermant sous les mêmes volumes des poids de carbone égaux, unis à des volumes d'hydrogène qui sont entre eux :: 1 : 2 : 3.

» J'ai, en effet, réussi à liquéfier l'hydrure d'éthylène en opérant sur un échantillon que je dois à l'obligeance de M. Berthelot.

» J'ai constaté que ce gaz se liquéfie à environ 46 atmosphères, à la température de +4 degrés ; sa liquéfaction semble donc se produire à une pression un peu moins élevée que celle de l'acétylène.

» D'après Faraday, l'éthylène aurait une tension de 44 atmosphères vers zéro. Les tensions des trois carbures vers zéro sont donc peu éloignées.

» En résumé, l'appareil dont je me sers est d'une telle simplicité et si facile à manier sans aucun danger, que l'on pourra, je l'espère, l'employer dans les cours et dans les laboratoires pour répéter couramment les expériences de ce genre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réaction de l'acide chlorhydrique sur deux butylènes isomériques et sur les oléfines en général* (¹). Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Wurtz.

« En faisant réagir à froid une solution d'acide chlorhydrique saturée

(¹) Selon une idée développée par M. Wurtz, dans une conférence faite en 1875, toutes les oléfines peuvent être dérivées de l'éthylène par la substitution de radicaux alcooliques C^nH^{2n+1} à un ou plusieurs atomes d'hydrogène ; on peut, en conséquence, les représenter par les formules générales C^2H^3R, C^2H^2RR', $C^2HRR'R''$ et $C^2RR'R''R'''$, dans

sur un mélange de triméthyléthylène et de propyléthylène, j'avais réussi à n'attaquer que le premier de ces deux carbures dont je séparais ensuite le chlorhydrate par fractionnement. Cette réaction, qui permettait de préparer le propyléthylène avec les carbures pyrogénés de pétrole ou de boghead, a été appliquée ensuite par M. Schorlemmer aux amylènes provenant du dérivé chloré de l'hydrure d'amyle du pétrole d'Amérique. J'ai indiqué depuis que l'amylène fait avec l'iodure d'amyle actif, dont la formule est $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix} \!\!>\! C = CH^2$, que j'appellerai *iso-éthylméthyléthylène*, se combine également à froid avec l'acide chlorhydrique; d'un autre côté, M. Wichnegradski a observé que l'isopropyléthylène, de même que le propyléthylène, ne se combine pas dans ces conditions. Enfin j'ai trouvé, en collaboration avec M. Wassermann, que l'acide chlorhydrique à froid n'attaque pas l'hexylène de la mannite, qui est le butyléthylène, tandis que j'avais reconnu qu'un autre hexylène d'origine pyrogénée se combine : cette réaction permet donc de séparer, les unes des autres, un certain nombre d'oléfines isomères ; je me suis proposé de l'appliquer aux butylènes.

» Je me suis procuré l'éthylvinyle de M. Wurtz, ou éthyléthylène, en distillant dans un appareil à reflux puissant les parties les plus volatiles des huiles pyrogénées de l'usine de Pechelbronn. L'opération était dirigée de façon à condenser la plus grande partie de l'amylène; le gaz butylène était reçu dans le brome, et ce bromure brut fut débarrassé, par fractionnement, du bromure d'amylène, ce qui est facilité par la décomposition que subit ce dernier en acide bromhydrique et en amylène bromé, qui passe dans les portions les plus volatiles.

» Je n'ai pas eu de bromure de propylène dans cette opération.

» La fraction principale, 164-169 degrés, renfermait la quantité de brome correspondant à la formule $C^4H^8Br^2$; c'était donc du bromure d'éthyléthylène, qui bout à 166 degrés; les fractions inférieures avaient

---

lesquelles R, R', R'', R''' désignent des radicaux alcooliques. Ces formules permettent de dénommer, d'une manière claire, les nombreux isomères des oléfines supérieures; j'ai employé cette nomenclature dans le courant de cette Note. Mais une difficulté se présente : les hydrocarbures C^2H^2RR'' existent sous deux modifications isomériques

$$CHR = CHR' \quad \text{et} \quad CH^2 = CRR',$$

qui doivent porter le même nom générique ; pour les distinguer, je proposerai d'ajouter au nom du premier hydrocarbure le terme normal, et à celui du second le préfixe *iso*.

également la composition du bromure de butylène. L'éthyléthylène a été régénéré de son bromure par le sodium ; M. Wurtz a démontré que cette réaction s'accomplit sans transformation isomérique. On a condensé ce gaz et on l'a fait réagir en vase clos, à la température ordinaire, sur l'acide chlorhydrique : une faible portion s'est combinée, le reste a été transformé en bromure qui passait entre les mêmes limites de température ; l'éthyléthylène se comporte donc comme le propyléthylène, c'est-à-dire qu'il ne s'unit pas à l'hydracide froid.

» La même réaction a été appliquée au butylène de Butlerow ou isodiméthyléthylène, qui avait été préparé par l'action de la potasse alcoolique sur le bromure butylique de fermentation. Ce gaz a été dirigé dans un appareil de Woolf, rempli d'acide chlorhydrique saturé ; il a formé immédiatement du chlorure butylique tertiaire.

» La connaissance de ce fait m'a permis de retirer le butylène de Butlerow des portions inférieures 145-153 degrés et 153-164 degrés, obtenues par le traitement des huiles pyrogénées dont il a été question plus haut. En effet, le butylène régénéré de ces bromures se combine partiellement avec l'acide chlorhydrique, en donnant du chlorure de butyle tertiaire. La partie non attaquée reçue dans le brome a fourni des bromures passant de 155 à 170 degrés, et paraissant renfermer, outre le bromure d'éthyléthylène, du bromure de diméthyléthylène normal CH^3-CHBr-CHBr-CH^3, lequel bout à 158 degrés; néanmoins la quantité trop exiguë de matière ne me permet d'affirmer que sous toute réserve la présence de ce carbure dans le butylène pyrogéné.

» On voit, en résumé, que les carbures éthyléniques, dont la structure peut être représentée par les formules $CH^2 = CRR'$ et $CHR = CR'R''$, se combinent avec l'acide chlorhydrique froid ; par contre, les hydrocarbures $CH^2 = CHR$, et probablement ceux qui ont pour formule $CHR = CHR'$, ne sont pas attaqués. Cette loi a besoin d'être vérifiée sur d'autres exemples, mais elle résume les faits connus, qui sont déjà nombreux (¹). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'altération des œufs provoquée par des moisissures venues de l'extérieur.* Note de MM. **A. Béchamp** et **G. Eustache**.

« Les faits de la présente Note confirment l'évolution des microzymas vitellins, dans le jaune de l'œuf, en dehors de l'influence des germes venus

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Wurtz.

de l'extérieur. Ils viennent indirectement à l'appui des affirmations déjà énoncées dans plusieurs Notes adressées à l'Académie par l'un de nous, M. A. Béchamp (*Comptes rendus*, t. LXXX, 1875).

» Cent œufs, conservés à la cave, dans du sable, ont présenté, au bout d'un mois, une série d'altérations remarquables. On a noté une coagulation de plus en plus considérable du jaune dans la partie périphérique, en même temps que l'apparition de taches jaunâtres, noires et orangées à la face interne de la coquille. Les œufs avaient une odeur légèrement aromatique, se rapprochant de celle de la truffe. Ils ont tous servi aux usages culinaires, excepté les dix derniers qui ont été soumis à l'examen suivant :

» Ces dix œufs ont été mis dans l'eau le 30 décembre 1876 ; ils n'ont pu être observés que le 15 janvier suivant. L'eau du bain est recouverte d'une pellicule dans laquelle on découvre en foule les infusoires ordinaires de la putréfaction, bactéries, vibrions, etc. L'odeur est infecte.

» *Premier œuf.* — Quelques taches noirâtres sur la coquille. Ouvert, il offre une odeur pénétrante de moisi, sans trace d'odeur sulfhydrique des œufs pourris : le papier d'acétate de plomb n'y noircit pas. Le blanc et le jaune sont distincts. Le jaune, quoique plus diffluent que dans l'état normal, est parfaitement limité par la membrane propre. Le blanc, qui normalement est alcalin, est devenu franchement acide. La matière du jaune l'est également, mais un peu plus que dans l'état naturel. Les deux matières étant séparées sont examinées au microscope : dans le blanc, avant ou après l'addition de l'acide acétique ou de la potasse, on ne découvre que de rares microzymas, sans trace de bactéries ou d'autres formes organisées. Le jaune étant crevé, il est trouvé exempt des mêmes infusoires, mais aussi riche en microzymas que naturellement. Il est évident que la matière de cet œuf était mangeable. Quelle est donc la cause de l'acidité du blanc? L'œuf vidé et lavé par un courant d'eau, il reste, sur les deux faces de la membrane, du côté de la coque et du côté du blanc, une couche épaisse de 2 à 3 millimètres, adhérente et grisâtre, formée par du mycélium enchevêtré. La masse de mycélium est plus abondante du côté du blanc. Sur une coupe de la membrane, on voit du mycélium ramifié sur ses deux faces et quelques tubes la traversant de part en part.

» *Deuxième œuf.* — Tout à fait blanc; complétement sain à l'intérieur. Le jaune est acide, le blanc alcalin, pas trace d'odeur : constitution normale.

» *Troisième œuf.* — Ouvert, il offre une légère odeur aromatique. Le blanc, très-fluide, est acide; il contient les rares microzymas de l'état normal. Le jaune, tombé contre une paroi de la coquille, est adhérent sur certains points et présente à ce niveau une coagulation périphérique de quelques millimètres. L'intérieur est acide et grumeleux. Au microscope, l'aspect est normal, si ce n'est dans la portion coagulée, où se voient de grands lambeaux albumineux. Le lavage dans un courant d'eau ayant enlevé toute la matière de l'œuf, on trouve sur un point voisin de la chambre à air une tache verdâtre, occupant les deux faces de la membrane de l'œuf, formée par un mycélium végétant à larges tubes, sans trace de sporification. Rien de semblable sur les portions du jaune adhérentes à ce point.

» *Quatrième et cinquième œuf.* — Odeur de moisi très-prononcée à l'ouverture des deux

œufs. Le blanc est acide. Le papier de plomb ne noircit pas. Le jaune est très-acide. Les sphérules vitellines propres sont conservées, volumineuses et à plusieurs noyaux. Il est presque complétement grumeleux; les microzymas y sont en très-grand nombre; *il y existe quelques très-rares bactéries.* La membrane de la coque est tapissée, sur presque toute son étendue, d'une mince couche, molle et noirâtre, formée exclusivement de tubes de mycélium très-ramifiés, larges, contenant des spores libres, alignées en chapelet.

» *Sixième œuf.* — Odeur de moisi à peine sensible. Le jaune n'est coagulé que d'un côté, qui correspond à une tache située sur la membrane de la coque, noire, de 1 centimètre carré de surface environ, formée par un mycélium grêle, sans trace de spores. Dans le blanc devenu acide, et dans le jaune, rien de particulier.

» *Septième œuf.* —Même aspect. Les plaques noirâtres, au nombre de dix, sont disséminées sur toute la surface interne de l'œuf. Elles sont formées par un lacis de tubes de mycélium grêles, présentant des spores appendus à leurs extrémités du côté de la coque, dans la portion sous-jacente; sans trace de spores dans la masse sous-jacente à la membrane. Blanc et jaune acides, ne renfermant que des granulations moléculaires sans bactéries.

» *Huitième œuf.*— Odeur très-pénétrante et désagréable, sans relation avec celle des œufs couvés. Le blanc est totalement liquide et fortement acide. Le jaune est complétement coagulé à la périphérie, grumeleux et rougeâtre dans sa partie centrale. L'un et l'autre (blanc et jaune) sont farcis de microzymas animés d'un mouvement très-énergique; on en rencontre quelques-uns d'accouplés, tant dans le jaune que dans le blanc; pas trace de vibrions ou de bactéries. Toute la surface interne de la coque est tapissée d'une couche noirâtre, faisant corps avec la membrane, formée de touffes de mycélium large et articulé, sans trace de spores. Au niveau de la chambre à air, cette couche est continue; au bout opposé de l'œuf, cette couche est disposée en plaques, dont une partie est de couleur orangée; le mycélium y est plus grêle, plus délié et sans articulations.

» *Neuvième œuf.* — Aspect normal du blanc et du jaune; sans odeur. L'œuf étant vidé, la membrane de la coque paraît légèrement épaissie, comme tomenteuse, mais transparente. On y trouve une couche fongueuse, formée par du mycélium large, articulé avec un commencement de fructification mucogène. Le blanc est très-légèrement acide, sans autre changement. Le jaune, d'aspect et de réaction normaux, contient des microzymas en très-grand nombre, dont quelques-uns accouplés deux à deux, ce qu'on ne voit pas dans l'œuf sain.

» *Dixième œuf.* — Comparable au n° 8. Odeur très-forte; jaune complétement coagulé. Toute la surface interne de l'œuf est recouverte d'une couche d'apparence gélatineuse, blanche en certains points, noirâtre et orangée en certains autres, formée par un amas de mycélium enchevêtré, différent d'aspect et de structure, suivant les points observés. Le jaune est rempli de ses microzymas normaux, dont beaucoup sont accouplés. Au niveau de la chambre à air, l'adhérence du vitellus paraît très-intime et il semble se confondre avec la masse mycélienne. A l'examen microscopique, on reconnaît parfaitement la membrane vitelline, au delà de laquelle on ne trouve aucun prolongement de mycélium, comme si cette membrane formait un obstacle infranchissable, mais seulement les granulations sus-indiquées [1] ».

---

[1] Les précédentes observations ont été faites à Lille, dans le laboratoire de l'un de nous,

» De ces observations il résulte que :

» 1° Des œufs de poule peuvent séjourner pendant longtemps dans un milieu rempli d'infusoires, sans que ces êtres traversent la coquille et pénètrent dans l'intérieur;

» 2° La coquille se laisse pourtant traverser par les mucédinées microscopiques, qui de l'extérieur cheminent à l'intérieur, et peuvent pénétrer à travers la membrane qui tapisse la coquille, et se développer très-abondamment sur sa face interne;

» 3° La membrane du jaune offre une barrière jusqu'ici trouvée infranchissable à la pénétration de ces mucédinées ou de toute autre production microzoaire ou microphyte;

» 4° La pénétration de la mucédinée et ses rapports médiats avec le jaune de l'œuf y entraînent une altération qui est une véritable fermentation, se produisant en dehors de tout ferment organisé, autre que les microzymas, et distincte de la putréfaction véritable et ordinaire des œufs couvés;

» 5° L'acidification du blanc est due exclusivement au mycélium de la moisissure, et non au jaune, dont la membrane a été trouvée impénétrable, du dedans au dehors, pour des microzymas; elle est corrélative à la destruction du glucose;

» 6° Les œufs n° 4 et n° 5 contiennent des bactéries, sans qu'il y ait véritable putréfaction, et malgré l'état intact de la membrane;

» 7° La production des bactéries, que nous avons constatée dans le jaune, ne saurait provenir de la pénétration, à travers la membrane du jaune, des individus observés ou de leurs germes, soit avant la ponte, soit après, car cette membrane est impénétrable; mais elle résulte de l'évolution des microzymas normaux du jaune, qui se transforment d'abord en microzymas accouplés et articulés, puis en bactéries, et évoluant en dehors de tout élément figuré extérieur et par la seule influence du changement de milieu. »

à la Faculté libre de Médecine. Elles concordent avec une autre, faite à Montpellier, en novembre 1873, dans le laboratoire de Chimie de la Faculté de Médecine, dans laquelle la face interne de la coquille d'un œuf de poule, entier et paraissant sain, était tapissée d'un lacis de mycélium branchu entremêlé de spores. La matière de l'œuf était sans odeur. Le jaune était un peu différent, le blanc devenu acide et trouble. Pas de bactéries ni autres productions que les microzymas normaux.

ZOOLOGIE. — *Sur une fonction nouvelle des glandes génitales des Oursins.* Note de M. ALF. GIARD.

« Les Oursins pondent dans la Manche pendant les mois d'hiver et de printemps, sans que la lunaison paraisse avoir une influence directe sur ce phénomène. Comme ces animaux vivent en société et très-près les uns des autres, soit dans des cavités creusées dans un même rocher (*Toxopneustes lividus*), soit sous les pierres d'une même zone (*Psammechinus miliaris*), soit dans un même banc de sable (*Amphidetus cordatus*), il n'est nullement besoin de recourir aux courants sous-marins et aux grands mouvements d'eau des marées de pleine lune pour expliquer la rencontre des produits génitaux des deux sexes. Les épaisses traînées de sperme éjaculées par les mâles vont immédiatement féconder les pontes des femelles voisines, sans avoir subi une bien grande dilution.

» Lorsque la saison de la reproduction est passée, les glandes génitales prennent une teinte brun-ambré, qui diffère de la couleur orangée de l'ovaire mûr, aussi bien que de la teinte blanchâtre du testicule rempli de spermatozoïdes. Si l'on examine au microscope une portion de ces glandes pendant les mois de septembre et d'octobre, on trouve les culs-de-sac remplis de cellules particulières, ne ressemblant en rien aux éléments génitaux. Ces cellules présentent au centre une énorme vacuole, résultant de la transformation du noyau qui s'est fortement accru et qui a perdu tout son protoplasme. Parfois une même cellule renferme deux vacuoles, ce qui indique la transformation de deux cellules-filles avant leur séparation. Le reste de la cellule comprend :

» 1° De petites concrétions brunâtres, analogues à celles que l'on trouve dans les organes rénaux d'un grand nombre d'Invertébrés;

» 2° Des éléments deutoplasmiques, qui sont plus tard absorbés par les cellules génitales en voie de développement; on les retrouve encore dans l'ovaire, mais de moins en moins nombreux au moment de la reproduction. Peut-être ces corps deutoplasmiques ont-ils été pris pour des globules polaires situés hors de la membrane vitelline, par les zoologistes qui ont eu l'idée de chercher ces globules dans l'ovaire. Cette erreur ne peut subsister lorsqu'on voit les corps directeurs naître aux dépens du vitellus, par voie de division cellulaire, sous la membrane vitelline. A. Agassiz est le seul naturaliste qui paraisse avoir fait cette observation avant nous, sur le *Toxopneustes Dröbachiensis*. Comme tous ceux qui s'occupent de l'étude

des Échinodermes ont entre les mains les ouvrages du savant professeur de Cambridge, je me contente de renvoyer le lecteur aux figures qui accompagnent le travail en question ;

» 3° Des cristaux très-nombreux de phosphate de chaux.

» Ces cristaux se présentent en amas plus ou moins irréguliers chez le *Psammechinus miliaris*. Chez l'*Amphidetus cordatus*, ils offrent la forme des cristaux dits en *sabliers*. Souvent on trouve des assemblages de deux sabliers croisés, formant une sorte de rosace. Rien n'est plus élégant ni plus facile à observer que ces amas cristallins, qui sont demeurés inaperçus jusqu'à ce jour. Ces cristaux représentent-ils une sécrétion destinée à fournir au vitellus ou aux spermatozoïdes le phosphore que ces éléments renferment en si grande quantité [1], ou bien doivent-ils être considérés comme une simple excrétion? C'est ce que je ne puis encore décider pour le moment.

» Au milieu de ces cellules spéciales, incapables de se teindre par les matières colorantes, on trouve sur les culs-de-sac, surtout aux approches de la période de reproduction, de jeunes ovules ou de jeunes cellules-mères qui se colorent parfaitement par le picrocarminate. C'est sur de semblables ovules qu'on voit très-nettement, chez l'*Amphidetus*, la saillie pédonculaire qui, ainsi que je l'ai indiqué précédemment, n'a rien de commun avec le prétendu cône d'exsudation; ce dernier n'est dû, comme je l'ai déjà dit, qu'à des corps étrangers à l'œuf fécondé; son volume n'est nullement en rapport avec celui de la queue du spermatozoïde.

» De ce qui précède on peut conclure que, pendant une partie de l'année, les glandes génitales des Oursins jouent à la fois le rôle d'organes excréteurs et d'organes deutoplasmigènes. Ce fait fournit un nouveau point de rapprochement entre les Échinodermes et les Annélides, et même entre les Échinodermes et les Arthropodes. On sait, en effet, que les organes segmentaires de plusieurs espèces de Chétopodes sont en même temps des appareils d'excrétion et j'ai montre que le testicule des Rhizocéphales (*Sacculina* et *Peltogaster*) est également, dans le jeune âge ou pendant les périodes de repos sexuel, un organe excréteur. »

---

[1] La présence d'une énorme proportion de phosphore dans les produits génitaux des Oursins a été constatée à Wimereux par M. Corenwinder, le savant directeur de la station agronomique de Lille.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Causes qui déterminent la mise en liberté des corps agiles (zoospores, anthérozoïdes) chez les végétaux inférieurs.* Note de M. Maxime Cornu, présentée par M. P. Duchartre.

« On sait que la déhiscence des sporanges chez les Algues a lieu régulièrement chaque matin, à l'époque de leur reproduction; cette déhiscence est retardée par un temps sombre; l'apparition du soleil suffit pour la déterminer. M. Thuret (1) a rapporté le premier ce fait; mais la cause intime de ce phénomène, comme de tous ceux que produit l'agent lumineux, est fort complexe : en effet, les rayons sont calorifiques et lumineux à la fois, et ont une action très-sensible sur la direction des filaments et des zoospores qui, d'ailleurs, munies de chlorophylle, sont le siége de décompositions chimiques spéciales.

» Cette sortie des corps agiles peut être observée sur des végétaux très-différents, et j'ai pu la produire à mon gré dans des conditions expérimentales telles, qu'il a été possible d'en déduire une explication très-simple.

» Au mois d'août de l'année dernière, plusieurs semis de spores de Fougère mâle (*Polystichum Filix mas*) furent faits dans de l'eau pure (2). Ces spores y germèrent et s'y développèrent très-lentement; comme d'ordinaire, pendant la saison froide, elles furent maintenues dans une salle non chauffée. L'un des flacons qui les contenait était fermé, mais il ne renfermait qu'un très-petit nombre de spores; les prothalles s'y développèrent relativement bien, tout en demeurant très-petits. Au mois de mars dernier, l'un des prothalles fut enlevé et placé dans une goutte du liquide même du flacon pour être examiné. Je remarquai avec étonnement des anthéridies bien conformées, qui, dans l'eau où flottait le prothalle, ne tardèrent pas à se vider en donnant naissance à un grand nombre d'anthérozoïdes agiles; un second prothalle, placé de même dans une goutte d'eau semblable et à l'air libre, donna lieu à une émission pareille: cette observation fut répétée plusieurs fois. *Trois mois après*, au milieu du mois de juin, de nouveaux

---

(1) G. Thuret, *Recherches sur les zoospores des Algues* (*Ann. Sc. nat.*, 3e série, t. XIV, p. 40 du tirage à part).

(2) Voir *Bull. de la Soc. Bot. de France* (1870), séance du 23 décembre 1870, p. 329, une Note sur la vitalité des spores germées des Fougères et conservées ainsi vivantes plus de *seize* mois.

prothalles furent retirés du flacon; ils portaient des anthéridies *dont aucune ne s'était encore vidée,* quoiqu'elles fussent mûres depuis bien longtemps et placées dans l'eau; l'émission des anthérozoïdes fut obtenue par le même procédé que dans le cas précédent. Rien n'était changé dans les conditions d'existence de ces anthéridies : milieu, lumière, température; une seule influence a pu s'exercer sur elles, celle de l'air.

» Aujourd'hui (4 novembre), après huit mois, les prothalles sont très-allongés, mais encore vivants; ils sont au nombre de quinze environ, couverts d'anthéridies, les unes en bon état, les autres brunies et détruites, quelques-unes certainement *sans s'être vidées:* un individu moyen a présenté 46 anthéridies vivantes et 60 anthéridies brunies.

» Certains Champignons aquatiques (ex. : *Chytridium xylophilum*, *Pythium proliferum*, *imperfectum*, etc.) peuvent se cultiver pendant plusieurs mois, lorsque le substratum est solide et résistant. Dans certaines cultures abandonnées et où l'eau n'est plus renouvelée, on voit parfois se développer un nombre considérable de zoosporanges bien conformés, qui demeurent sans changement pendant plusieurs semaines, surtout dans la saison tempérée. Ces cultures sont faites dans des bocaux où la surface libre est relativement étroite par rapport au volume du liquide, et la respiration du Champignon consomme assez activement l'oxygène dissous : déposées dans une goutte d'eau sur le porte-objet du microscope, ou mieux placées dans un tube à demi rempli d'eau, et agitées violemment, les touffes de la plante donnent naissance à un grand nombre de zoospores. Si l'on renouvelle l'eau de la culture, tous les sporanges se vident à la fois; chaque goutte puisée dans le vase contient un nombre considérable de ces corps agiles [1].

» On voit que les conditions suffisantes pour permettre le développement complet et définitif des anthéridies et des sporanges peuvent être insuffisantes pour permettre leur déhiscence. Cette déhiscence n'est pas un résultat brutal de l'endosmose (qui dans certains cas produit des effets incontestables), puisqu'elle reste suspendue pendant de longs intervalles, le prothalle étant plongé dans un liquide; elle n'est pas déterminée par la variation de la température ou de l'intensité lumineuse, puisque aucun changement de cette nature n'est produit dans l'expérience.

---

[1] Ce fait a été indiqué brièvement dans ma *Monographie des Saprolégniées* (*Annales des Sciences naturelles*, t. XV, p. 117, 1872).

» On est ainsi amené à conclure que l'aération de l'eau donne aux corpuscules agiles déjà formés une énergie suffisante pour se mettre en liberté; c'est donc par suite d'une activité propre du protoplasma, dépourvu de membrane et malgré cela capable d'utiliser l'oxygène, que la paroi est perforée.

» La sortie des zoospores chez les Algues peut s'expliquer par une raison analogue. L'eau qui les contient, appauvrie en oxygène par la respiration de la nuit et modifiée par la chlorophylle éclairée, devient plus riche en oxygène; c'est ainsi que se produirait la sortie normale des zoospores des Algues aux premières heures des journées claires du printemps et de l'été.

» Si cette interprétation est exacte, on peut en conclure que toute cause pouvant accroître l'activité des mouvements plasmatiques favorisera la sortie des zoospores : la chaleur est dans ce cas; on sait que l'élévation de la température précipite le mouvement des courants dans les cellules de l'*Elodea* et dans les tubes des *Chara*.

» Des Algues, placées dans une chambre à 7 ou 8 degrés, ne peuvent émettre leurs zoospores; transportées dans une autre à 16 ou 18 degrés, elles peuvent en produire abondamment, plusieurs heures après midi : c'est un fait qui a pu être montré sur des *OEdogonium*, au laboratoire du Muséum, et qui est bien connu de tous ceux qui étudient les transformations de la cellule végétale.

» En résumé, la sortie des corpuscules agiles n'est pas déterminée uniquement par un phénomène physique d'endosmose, mais l'est, en partie au moins, par l'activité propre des corpuscules agiles. Une fois les corps agiles formés, cette activité, pour s'exercer, réclame soit une température suffisante, soit une certaine quantité d'oxygène (fourni directement, ou bien par l'éclairage des parties vertes du végétal). »

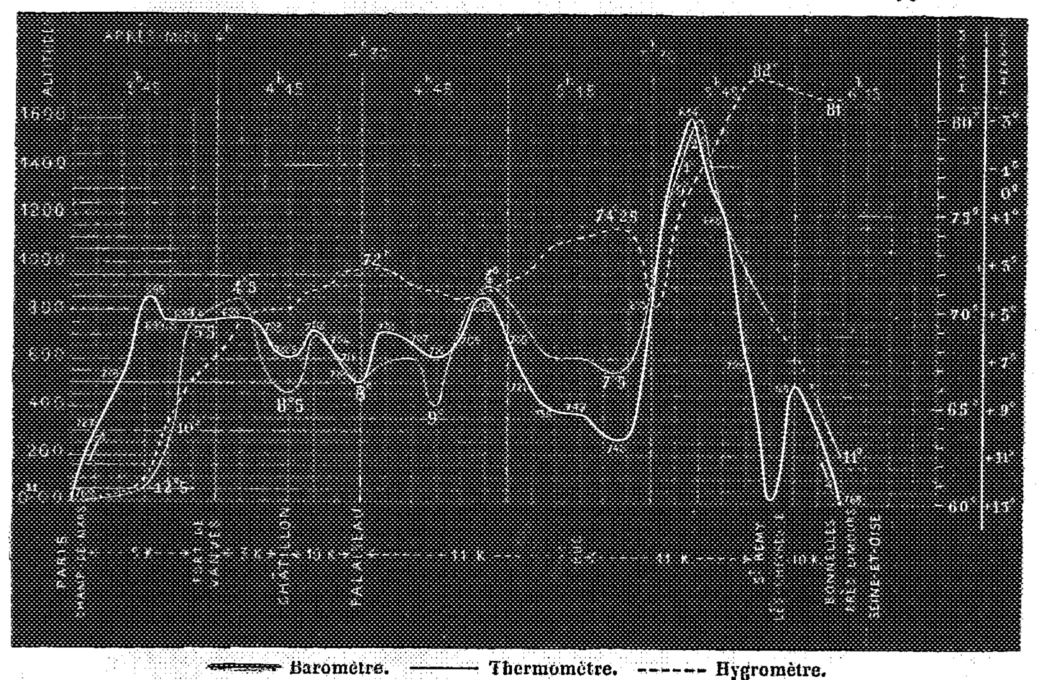
MÉTÉOROLOGIE. — *Observations météorologiques faites en ballon.* Note de M. CH. TERRIER, présentée par M. Janssen. (Extrait.)

« Le 18 octobre 1877, nous avons exécuté une ascension dans un ballon conduit par M. W. de Fonvielle. Parti à $3^h 30^m$, de chez MM. Flaud et Cohendet, près du Champ de Mars, l'aérostat est descendu à 6 heures dans une prairie du village de Bonnelles, près de Limours (Seine-et-Oise). Les courbes ci-jointes indiquent les diverses hauteurs auxquelles l'aérostat

est successivement parvenu et les données fournies par les divers instruments.



Diagramme des observations faites pendant l'ascension du 18 octobre 1877



Baromètre. ——— Thermomètre. ------ Hygromètre.

» ...En résumé, voici ce qui paraît résulter de nos observations :

» 1° La température des couches atmosphériques, au moment du coucher du Soleil, décroît uniformément avec l'augmentation d'altitude. Nous avons trouvé que cette décroissance était de 1 degré par 100 mètres d'élévation. C'est en contradiction avec la loi formulée par M. Glaisher, qui admet qu'au moment où le Soleil va disparaître à l'horizon la température reste uniforme d'une manière sensible à toutes les altitudes explorées.

» 2° Les vents inférieurs sont moins stables que les vents supérieurs, et ce sont ceux-ci qu'il faut interpréter pour la pronostication du temps. En effet, le lendemain, le vent régnant à terre, d'après l'avis de l'Observatoire de Montsouris, était celui que nous avions trouvé la veille au-dessus de 1000 mètres. C'est la confirmation de la loi à laquelle est attaché le nom de M. Buys-Ballot.

» 3° Les courants aériens à faible hauteur et à faible vitesse sont influencés et notablement déviés par les reliefs du sol (¹). »

(¹) Les observations ont été faites avec des instruments obligeamment mis à notre dis-

M. Ch. Grad adresse, par l'entremise de M. Daubrée, une Note « sur la formation des charbons feuilletés interglaciaires. »

Suivant l'auteur, la structure feuilletée caractéristique des lignites doit être attribuée à l'action du glacier, qui a passé sur eux comme un gigantesque laminoir.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 octobre 1877.

(suite.)

De la cécité des couleurs dans ses rapports avec les chemins de fer et la Marine; par F. Holmgren. Stockholm, Impr. centrale, sans date; br. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr Renard; année 1877, n° 1. Moscou, A. Lang, 1877; in-8°.

Contributions to the centennal exhibition; by John Ericsson. New-York, Printed for the author at *the Nation* press, 1876; in-4° relié.

Proceeding of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1877; Part II. London, 1877; br. in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. X, Part 2. London, 1877; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 octobre 1877.

Direction générale des Douanes. Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères, pendant l'année 1876 Paris, Impr. nationale, 1877; in-4°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1876; 4e série, t. IX. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1877; in-8°.

Comptes rendus des travaux de la Société des agriculteurs de France; hui-

---

position par le Directeur de l'Observatoire d'Astronomie physique, M. Janssen, que je prie de recevoir l'expression de ma gratitude. Je dois aussi remercier M. l'ingénieur Giffard, à la libéralité duquel je dois d'avoir pu faire mon ascension.

tième session générale annuelle; t. VIII : *Annuaire de* 1877. Paris, au siége de la Société, 1877; in-8°.

Société des agriculteurs de France. Liste générale des membres, arrêtée au 1er juillet 1877. Paris, au siége de la Société, 1877; in-8°.

Annales agronomiques; par M. P.-P. Dehérain; t. III, 3e fascicule, octobre 1877. Paris, G. Masson, 1877; in-8°.

Traité philosophique des fièvres périodiques; par le Dr A.-N. Gendrin. Paris, Savy, 1877; in-8°.

Recherches hydrographiques sur le régime des côtes; sixième cahier : *Étude hydrographique de la baie de la Rochelle et projet d'établissement d'un nouveau bassin flot; par* M. A. Bouquet de la Grye. Paris, Impr. nationale, 1877; in-4°.

Recherches sur la comète périodique de d'Arrest et détermination des éléments en 1851, 1869 *et* 1877; *par* M. G. Leveau. Sans lieu, ni date; br. in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking et de la Chine centrale; par le R. P. Heude; 3e fascicule. Paris, F. Savy, sans date; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Nouvelle méthode pour le dosage de l'extrait sec des vins par l'aréométrie. Du jaugeage des vins et spiritueux par leur poids; par E. Houdart. Paris, F. Savy, 1877; br. in-8°.

Éléments de Géologie; par V. Raulin. Paris, Hachette et Cie, 1874; in-12 cartonné.

Question générale du Phylloxera; par B. Cauvy. Montpellier, impr. centrale du Midi, 1877; br. in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Secours aux asphyxiés; par A. Bos. Marseille, 1877; in-18.

Emilio Cornalia. Commemorazione del prof. Paolo Panceri. Milano, G. Bernardoni, 1877; in-8°.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	à 0m,30.	à 1m,00.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80)	ÉVAPOROMÈTRE	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE sans correction locale.	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	mm	°	°	°	°	°	°		°	°	°	mm		mm	mm	pll	mg
1	757,5	7,1	17,5	12,3	11,3	− 2,7	11,4	33,8	11,0	12,5	13,7	7,9	80	.	2,4	11,1	0,0
2	755,6	5,8	13,2	9,5	(10,3)	− 3,6	(10,4)	(12,9)	(9,5)	(12,4)	(13,7)	(7,8)	(83)	.	1,3	.	0,1
3	754,0	4,9	15,0	10,0	10,0	− 3,8	10,2	30,1	10,4	12,1	13,6	6,9	76	.	1,9	6,7	0,1
4	757,9	8,3	16,5	12,4	10,3	− 3,4	10,5	21,3	11,3	12,2	13,5	7,4	81	.	2,3	7,1	0,2
5	763,7	6,5	16,3	11,4	10,4	− 3,1	10,4	31,2	11,3	12,2	13,4	7,3	78	.	2,5	15,4	0,2
6	767,7	5,1	15,7	10,4	9,7	− 3,7	9,6	40,3	9,7	11,9	13,3	5,3	61	.	4,6	23,7	0,2
7	765,2	1,2	14,0	7,6	8,5	− 4,7	8,5	33,7	7,8	11,4	13,1	5,3	66	.	4,4	34,1	0,2
8	755,2	7,9	13,5	10,7	9,8	− 3,2	9,9	12,8	9,5	11,5	13,1	6,5	72	0,0	4,5	2,7	0,6
9	759,7	5,1	12,4	8,8	7,6	− 5,2	8,2	23,8	7,1	11,0	13,0	5,6	73	0,0	3,1	4,4	0,5
10	759,7	0,9	13,4	6,7	6,6	− 6,0	7,6	21,0	6,0	10,2	12,8	4,8	68	.	1,7	4,5	0,3
11	754,9	5,8	14,3	10,1	9,8	− 2,6	9,8	17,2	9,1	10,3	12,7	6,5	71	0,1	2,3	2,7	0,4
12	757,4	6,8	16,8	11,8	11,1	− 1,1	11,3	25,5	11,9	10,7	12,5	7,2	75	0,0	2,2	2,6	0,7
13	758,1	7,6	18,6	13,1	11,6	− 0,3	12,1	33,1	11,6	11,4	12,3	7,0	70	.	2,8	8,4	1,2
14	755,5	4,6	24,2	14,4	14,8	3,1	15,7	41,6	15,0	11,7	12,3	6,5	56	.	5,0	15,3	1,3
15	756,6	12,0	18,3	15,2	12,0	0,5	12,1	9,6	11,5	12,5	12,3	6,8	66	1,8	3,7	10,3	1,5
16	761,0	3,3	15,9	9,6	7,4	− 3,9	7,2	25,5	6,7	11,2	12,3	6,2	81	2,6	1,5	10,1	1,2
17	766,6	− 0,5	12,7	6,1	4,7	− 6,3	6,2	34,5	4,0	10,0	12,3	4,8	77	.	1,6	9,2	0,4
18	764,5	− 1,3	11,6	5,2	4,1	− 6,7	5,4	23,1	2,1	9,2	12,2	4,7	78	.	1,4	15,4	0,3
19	763,5	− 1,9	10,4	4,3	3,6	− 7,0	4,7	33,8	2,2	8,2	11,9	(4,1)	(73)	.	1,4	34,2	0,2
20	761,7	− 2,2	13,3	5,6	4,4	− 6,0	5,9	42,6	5,2	7,7	11,6	(4,0)	(68)	.	1,6	32,1	0,1
21	758,2	− 2,6	16,7	7,1	10,1	− 0,2	10,1	29,0	10,0	7,7	11,2	5,9	65	0,0	2,6	19,2	0,4
22	756,1	10,8	18,3	14,6	14,7	4,6	14,8	13,3	14,0	9,6	11,0	9,6	77	0,4	2,8	5,5	1,1
23	748,6	12,9	16,6	14,8	13,8	3,8	13,9	9,9	13,4	11,1	10,9	10,0	85	1,1	1,8	0,9	1,1
24	747,0	7,2	13,2	10,2	9,2	− 0,6	9,3	28,3	10,1	11,3	11,0	7,2	83	8,9	1,2	17,1	0,9
25	740,2	5,4	14,6	10,0	10,3	0,6	10,2	4,4	9,6	10,2	11,2	8,8	93	7,6	0,6	− 0,3	0,7
26	751,5	a)10,4	15,2	12,8	10,0	0,5	10,8	13,6	8,3	10,8	11,2	7,7	84	6,5	1,2	− 3,7	1,5
27	757,4	3,7	14,9	9,3	10,1	0,7	10,1	30,5	10,0	10,2	11,2	7,8	85	2,3	1,6	7,1	1,1
28	760,2	7,7	14,7	11,2	9,6	0,4	10,1	25,7	8,9	10,4	11,2	8,0	90	0,2	0,8	4,5	0,6
29	756,7	3,8	b)13,8	8,8	10,5	1,5	10,6	10,6	10,0	10,0	11,2	9,0	94	15,0	0,8	0,9	0,5
30	755,4	10,8	18,4	14,6	15,5	6,7	15,4	29,3	16,8	11,4	11,2	11,1	85	0,8	1,2	1,5	0,7
31	762,4	12,1	14,7	13,4	12,4	3,8	12,4	18,7	12,3	12,1	11,2	7,3	68		3,8	11,9	1,1

Minima barométriques : le 15, à 3h m., 751mm,3; le 24, à 5h 10m, 742mm,4; le 25, à 4h 50m s., 738mm,4; le 30, à 2h m., 749mm,5.

(5) (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyennes des observations sexhoraires.

(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(6) La moyenne normale est déduite de la courbe rectifiée des moyennes de 60 années d'observations.

(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduirait en multipliant les nombres par 3.

a) Un second minimum après midi à 9°,3. — b) Un second maximum après minuit à 15°,3.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité horizontale.	Intensité totale.	VENTS à 20 mètres. Direction moyenne.	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(28)	(25)	
	° ′	° ′				km	kg			
1	17.9,2	»	1,9343	»	N ¼ NW	12,22	1,41	SW k	0	Rosées matin et soir.
2	(8,1)	»	(9352)	»	NW	8,75	0,72	NW	(10)	Presque uniformément couvert.
3	8,5	65.31,9	9359	4,6547	N	8,08	0,61	N	8	Brumes; rosée le matin.
4	8,5	32,6	9356	6560	N ¼ NE	14,36	1,95	NE	5	État du ciel très-variable.
5	9,1	33,1	9355	6573	NE	18,15	3,10	NE	5	Id. jolie brise soutenue.
6	8,7	33,3	9353	6573	NE	24,56	5,69	»	0	Beau temps. Bonne brise soutenue.
7	8,4	32,8	9356	6565	N	14,35	1,94	NE	5	Variable. Gelée blanche le matin.
8	8,7	33,1	9355	6572	N ¼ NW	24,00	5,43	NNW	8	Bonne brise soutenue le jour. Gouttes de [pluie le soir.]
9	8,1	33,8	9354	6591	N ¼ NE	16,47	2,56	NE	4	État du ciel très-variable.
10	8,6	33,0	9355	6571	tr.-variable	7,30	0,50	N	6	Brumes. Gelée blanche le matin.
11	7,2	32,8	9363	6583	NW	15,69	2,32	NW	9	Gouttes de pluie la matinée.
12	10,4	34,6	9330	6557	W ¼ SW	18,75	3,31	W	6	Gouttes de pluie le soir.
13	9,2	33,2	9344	6549	SSW	17,40	2,85	WSW	3	Assez beau temps l'après-midi.
14	8,8	33,6	9342	6557	S ¼ SE	21,27	4,27	»	0	Belle et chaude journée.
15	7,4	33,3	9343	6549	SW	30,18	8,58	SW	6	Bourrasq. et pluv. Fort avec éclairs à 7h s.
16	8,0	33,3	9333	6526	SW	23,09	5,02	WSW	3	Pluies intermittentes l'après-midi.
17	8,2	33,6	9343	6559	WNW	9,61	0,87	WNW k	5	Premiers froids et gelées blanches.
18	8,2	33,1	9347	6554	NNE	(5,67)	(0,31)	NNW	3	Id. Brouillards secs le matin
19	7,9	33,1	9352	6565	E ¼ NE	(8,52)	(0,68)	W k	3	Id.
20	7,8	33,2	9346	6554	tr.-variable	6,66	0,42	»	2	Id. Halos le soir.
21	8,4	33,5	9330	6523	S	12,78	1,54	WNW k	7	Id. Puis gout. de pluie dès 8h s.
22	9,5	32,9	9343	6537	SW	25,83	6,29	SW	9	Bourrasques, pluvieux matin et soir.
23	8,5	33,1	9349	6559	SSW	26,34	6,54	SSW	10	Id. Pluies intermittentes.
24	7,9	33,6	9342	6558	WNW à S	14,49	1,98	tr.-variab.	6	La pluie cesse vers 1h 35m soir.
25	8,4	34,1	9336	6558	S à W	30,13	8,55	S	9	Bourrasques le 25 et pluie de 6h à 11h 20m m.,
26	7,7	33,4	9339	6543	W ¼ NW	15,38	2,23	W ¼ NW	6	puis de midi à min. 45m et le 26 jusq. 1h s.
27	8,1	33,0	9349	6556	SSW	16,55	2,58	W k	7	Pluie de 11h 15m s., à minuit 15m, et le 28
28	7,9	32,9	9348	6549	W à S	10,38	1,02	NW k	6	par intervalles jusqu'à 6h 45m m.
29	8,2	32,8	9346	6541	S ¼ SW	23,51	5,21	SW	9	Bourrasques le soir du 29, avec pluie depuis 3 h. 10 m. s. jusqu'à 5 h. 30 m. matin, le 30 (plus faible après
30	8,9	32,5	9350	6542	WNW à SW	20,18	3,84	NW k	8	10 h. soir); gouttes l'après-midi et le soir du 30.
31	7,5	32,4	9348	6536	WNW	19,71	3,66	WNW	9	"

(18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues faites sur la fortification du bastion n° 82.

(20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites dans le pavillon magnétique du parc.

(22) (24) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. k désigne les cirrhus.

(23) Vitesses maxima : le 8, 48km; le 14, 40km; le 15, 58km; le 16, 45km; les 22 et 23, de 50 à 55km; le 25, 58km; le 29, 48km; le 30, 45km.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Octobre 1877).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	17° +	5',8	5',1	12',6	11',1	9',0	7',1	6',1	17°. 8',4
Inclinaison »	65° +	33,2	34,1	33,3	32,9	32,9	33,0	33,1	65.33,1
Force magnétique totale	4,+	6557	6559	6533	6554	6565	6565	6561	4,6554
Composante horizontale	1,+	9349	9338	9336	9350	9354	9353	9350	1,9347
Composante verticale	4,+	2348	2354	2325	2342	2352	2353	2350	4,2344
Électricité de tension (éléments Daniell)		4,7	12,7	11,9	12,8	17,5	14,4	7,3	10,4
Baromètre réduit à 0°		757,40 mm	758,12 mm	757,73 mm	757,24 mm	757,52 mm	757,76 mm	757,72 mm	757,59 mm
Pression de l'air sec		750,54	750,84	750,76	750,59	750,57	750,70	750,75	750,65
Tension de la vapeur en millimètres		6,86	7,28	6,97	6,65	6,95	7,06	6,97	6,94
État hygrométrique		90,3	80,2	61,7	57,9	69,5	78,6	83,7	76,3
Thermomètre du jardin (ancien abri)		6°,73	9°,56	13°,20	13°,66	11°,11	9°,35	8°,17	9°,80
Thermomètre électrique à 20 mètres		7,10	9,69	13,00	13,74	11,66	9,96	8,80	10,14
Degré actinométrique		0,27	41,50	49,33	32,04	0,00	»	»	24,63
Thermomètre du sol. Surface		5,30	12,10	16,83	15,56	9,34	7,74	6,71	9,55
» à $0^m,02$ de profondeur		9,41	9,22	9,94	10,79	10,99	10,63	10,18	10,13
» à $0^m,10$ »		10,28	10,08	10,12	10,61	11,05	11,09	10,84	10,57
» à $0^m,20$ »		10,79	10,65	10,53	10,60	10,86	11,04	11,03	10,80
» à $0^m,30$ »		10,93	10,86	10,76	10,73	10,81	10,96	11,00	10,88
» à $1^m,00$ »		12,20	12,20	12,20	12,20	12,19	12,17	12,15	12,19
Udomètre enregistreur		5,30 mm	3,55 mm	5,00 mm	4,83 mm	4,14 mm	10,83 mm	5,89 mm	t. 39,54 mm
Pluie moyenne par heure		0,028	0,038	0,054	0,052	0,045	0,117	0,063	»
Évaporation moyenne par heure		0,035	0,040	0,126	0,202	0,162	0,088	0,060	t. 70,2
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		14,66	14,92	18,92	20,64	17,98	17,13	15,57	16,80
Pression moy. en kilog. par mètre carré		2,02	2,10	3,37	4,02	3,04	2,76	2,29	2,66

Données horaires.

Heures.	Décli-naison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° '	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 7,5	757,57	8,25	7,76	0,26	15,12
2 »	9,2	57,42	7,68	7,44	0,17	14,51
3 »	10,2	57,25	7,18	7,17	0,66	14,81
4 »	9,8	57,15	6,86	6,98	2,90	15,20
5 »	8,1	57,21	6,82	6,77	0,71	14,05
6 »	5,8	57,40	7,10	6,53	0,60	14,26
7 »	4,0	57,69	7,70	6,59	0,97	14,39
8 »	3,7	57,95	8,59	7,79	1,42	14,61
9 »	5,1	58,12	9,68	9,20	1,16	15,76
10 »	7,8	58,14	10,86	10,52	2,09	17,84
11 »	10,8	57,99	12,03	11,73	2,09	18,57
Midi...	12,6	57,73	13,00	12,68	0,82	20,36

Heures.	Décli-naison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° '	mm	°	°	mm	k
1h soir	17.13,2	757,47	13,67	13,10	2,76	20,95
2 »	12,5	57,30	13,92	13,41	1,98	20,86
3 »	11,1	57,23	13,74	13,53	0,09	20,09
4 »	9,9	57,29	13,22	13,05	1,43	19,19
5 »	9,3	57,39	12,46	12,11	1,09	17,28
6 »	9,0	57,52	11,66	11,19	1,62	17,46
7 »	8,8	57,63	10,94	10,32	5,30	17,60
8 »	8,2	57,69	10,38	9,66	3,04	17,21
9 »	7,1	57,75	9,96	9,22	2,49	16,58
10 »	6,0	57,78	9,62	8,78	2,66	16,08
11 »	5,5	57,77	9,25	8,43	0,82	15,57
Minuit..	6,1	57,72	8,80	7,99	2,41	15,05

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima....... 5°,5   Des maxima........ 15°,3   Moyenne......... 10°,4

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima...... 3°,9   Des maxima........ 20°,9   Moyenne......... 12°,4

Températures moyennes diurnes par pentades.

1877. Sept. 28 à 2 Oct...	10°,7	Oct.. 8 à 12......	9°,0	Oct.. 18 à 22.....	7°,4
Oct.. 3 à 7......	9,8	» 13 à 17......	10,1	» 23 à 27.....	10,7

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 NOVEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Faye, en présentant à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, le volume de la *Connaissance des Temps* pour 1879, s'exprime ainsi :

« Cette publication annuelle, si importante pour les navigateurs, les géographes et les astronomes, a atteint aujourd'hui le développement et la perfection que le Bureau désirait depuis longtemps lui donner. Nous le devons aux ressources qui ont été mises à notre disposition par le Ministre de l'Instruction publique, et surtout à l'active et savante direction de notre confrère M. Lœwy. Parmi les innovations qui ont été introduites dans ce volume, je signalerai des procédés de calcul de M. Lœwy, destinés à faciliter beaucoup le calcul des occultations d'étoiles par la Lune. On sait avec quelle précision l'observation de ces phénomènes peut donner les longitudes terrestres; mais les calculs nécessaires pour en tirer parti étaient longs et fastidieux; bien peu de voyageurs se trouvaient en état d'utiliser eux-mêmes ce genre de déterminations. Désormais il en sera autrement, grâce aux éléments de calcul fournis par la *Connaissance des Temps*, et l'on peut espérer que ce moyen si exact d'obtenir la longitude à terre sera plus souvent employé.

» Depuis quelques années, les observations de nuit ont pris de l'impor-

tance dans la pratique de la navigation. C'est principalement la Polaire qui est observée en vue de la latitude. De nouvelles Tables, également dues à M. Lœwy, permettront d'utiliser ces observations; un calcul de deux minutes suffira pour conclure la latitude d'une hauteur de la Polaire, avec toute la précision requise.

» Ce volume ne contient plus de Mémoires scientifiques; ils sont réservés désormais pour les *Annales du Bureau des Longitudes*, dont le premier volume va paraître incessamment. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. **Hermite**.

« IX. Un dernier point me reste à traiter avant d'aborder, au moyen des résultats qui viennent d'être obtenus, le problème de la rotation d'un corps autour d'un point fixe, dans le cas où il n'y a point de forces accélératrices. On a vu que les quantités $\varphi(x)$, $\chi(x)$, $\varphi_1(x)$, $\chi_1(x)$ sont les produits d'une exponentielle par les fonctions périodiques

$$\frac{\mathrm{H}'(0)\,\Theta_1(x+\omega)}{\mathrm{H}(\omega)\,\Theta(x)},\quad \frac{\mathrm{H}'(0)\,\mathrm{H}(x+\omega)}{\Theta(\omega)\,\Theta(x)},\quad \frac{\mathrm{H}'(0)\,\Theta_1(x+\omega)}{\mathrm{H}(\omega)\,\Theta(x)},\quad \frac{\mathrm{H}'(0)\,\mathrm{H}_1(x+\omega)}{\Theta(\omega)\,\Theta(x)},$$

développables par conséquent en séries simples de sinus et cosinus de multiples entiers de $\frac{\pi x}{\mathrm{K}}$. Ces séries ont été données pour la première fois par Jacobi, à l'occasion même de ses recherches sur la rotation; et, comme l'observe l'illustre auteur, elles sont d'une grande importance dans la théorie des fonctions elliptiques. Je vais montrer comment on peut y parvenir au moyen de l'équation suivante :

$$\int_0^{2\mathrm{K}} \mathrm{F}(x_0+x)\,dx + \int_0^{2i\mathrm{K}'} \mathrm{F}(x_0+2\mathrm{K}+x)\,dx - \int_0^{2\mathrm{K}} \mathrm{F}(x_0+2i\mathrm{K}'+x)\,dx - \int_0^{2i\mathrm{K}'} \mathrm{F}(x_0+x)\,dx = 2i\pi\mathrm{S},$$

ou, les quatre intégrales étant rectilignes, S représente la somme des résidus de la fonction $\mathrm{F}(x)$ qui correspondent aux pôles situés à l'intérieur du rectangle dont les sommets ont pour affixes les quantités x_0, $x_0+2\mathrm{K}$, $x_0+2\mathrm{K}+2i\mathrm{K}'$, $x_0+2i\mathrm{K}'$. Supposons à cet effet qu'on ait :

$$\mathrm{F}(x+2\mathrm{K}) = \mu\,\mathrm{F}(x),$$
$$\mathrm{F}(x+2i\mathrm{K}') = \mu'\mathrm{F}(x),$$

on obtiendra la relation

$$(1-\mu')\int_0^{2K} F(x_0+x)dx - (1-\mu)\int_0^{2iK'} F(x_0+x)dx = 2i\pi S,$$

et si l'on admet en outre que le multiplicateur μ soit égal à l'unité, on en conclura le résultat suivant :

$$\int_0^{2K} F(x_0+x)dx = \frac{2i\pi S}{1-\mu'}.$$

Cela posé, soit, en désignant par n un nombre entier quelconque,

$$F(x) = \frac{H'(0)\Theta(x+\omega)}{H(\omega)\Theta(x)} e^{-\frac{i\pi n x}{K}},$$

on aura

$$\mu = 1, \quad \mu' = e^{-\frac{i\pi}{K}(\omega+2niK')},$$

et, en limitant la constante x_0 de telle sorte que le pôle unique de $F(x)$ qui est à l'intérieur du rectangle soit $x = iK'$, nous obtiendrons pour le résidu correspondant, et par conséquent pour S, la valeur

$$S = e^{-\frac{i\pi}{2K}(\omega+2niK')}.$$

» De là résulte, pour l'intégrale définie, l'expression suivante :

$$\int_0^{2K} F(x_0+x)dx = \frac{2i\pi e^{-\frac{i\pi}{2K}(\omega+2niK')}}{1-e^{-\frac{i\pi}{K}(\omega+2niK')}} = \frac{\pi}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega+2niK')},$$

et l'on voit qu'en posant l'équation

$$\frac{H'(0)\,\Theta(x_0+x+\omega)}{H(\omega)\,\Theta(x_0+x)} = \sum A_n e^{\frac{i\pi n(x_0+x)}{K}},$$

on en déduit immédiatement la détermination de A_n. Nous avons, en effet,

$$2KA_n = \int_0^{2K} F(x_0+x)\,dx,$$

et, par conséquent,

$$\frac{2K}{\pi} A_n = \frac{1}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega+2niK')}.$$

» La constante x_0 que j'ai introduite pour plus de généralité, et aussi pour éviter qu'un pôle de $F(x)$ se trouve sur le contour d'intégration, peut maintenant sans difficulté être supposée nulle. Nous parvenons ainsi à une première formule de développement :

$$\frac{2K}{\pi}\frac{H'(o)\Theta(x+\omega)}{H(\omega)\Theta(x)}=\sum\frac{e^{\frac{i\pi nx}{K}}}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega+2niK')},$$

dont les trois autres résultent, comme on va le voir. Qu'on change, en effet, ω en $\omega+iK'$, on en conclura d'abord

$$\frac{2K}{\pi}\frac{H'(o)H(x+\omega)}{\Theta(\omega)\Theta(x)}e^{-\frac{i\pi x}{2K}}=\sum\frac{e^{\frac{i\pi nx}{K}}}{\sin\frac{\pi}{2K}[\omega+(2n+1)iK']};$$

puis, en multipliant les deux membres par l'exponentielle,

$$\frac{2K}{\pi}\frac{H'(o)H(x+\omega)}{\Theta(\omega)\Theta(x)}=\sum\frac{e^{\frac{i\pi(2n+1)x}{2K}}}{\sin\frac{\pi}{2K}[\omega+(2n+1)iK']}.$$

» Mettons enfin, dans les deux formules que nous venons d'établir, $\omega+K$ à la place de K, et l'on obtiendra les suivantes, qui nous restaient à trouver :

$$\frac{2K}{\pi}\frac{H'(o)\Theta_1(x+\omega)}{H_1(\omega)\Theta(x)}=\sum\frac{e^{\frac{i\pi nx}{K}}}{\cos\frac{\pi}{2K}(\omega+2niK')},$$

$$\frac{2K}{\pi}\frac{H'(o)H_1(x+\omega)}{\Theta_1(\omega)\Theta(x)}=\sum\frac{e^{\frac{i\pi(2n+1)x}{2K}}}{\cos\frac{\pi}{2K}[\omega+(2n+1)iK']}.$$

» Voici à leur sujet quelques remarques :

» X. Elles sont d'une forme différente de celles de Jacobi et l'on peut s'en servir utilement dans beaucoup de questions que je ne puis aborder en ce moment. Je me contenterai, sans en faire l'étude, d'indiquer succinctement comment on en tire les sommes des séries suivantes :

$$\Sigma f(2niK')e^{\frac{i\pi nx}{K}},\quad \Sigma f[(2n+1)iK']e^{\frac{i\pi(2n+1)x}{2K}},$$

où $f(z)$ est une fonction rationnelle de $\sin\frac{\pi z}{2K}$ et $\cos\frac{\pi z}{2K}$, sans partie entière et assujettie à la condition $f(z+2K)=-f(z)$. Il suffit, en effet, d'employer la décomposition de cette fonction en éléments simples,

c'est-à-dire en termes tels que $D_z^\alpha \dfrac{1}{\sin\frac{\pi}{2K}(z+\omega)}$, pour obtenir immédiatement la valeur des séries proposées, au moyen de ces deux expressions :

$$\Sigma D_\omega^\alpha\left[\frac{1}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega+2niK')}\right]e^{\frac{i\pi n x}{K}} = D_\omega^\alpha\,\frac{2K}{\pi}\,\frac{H'(0)\Theta(x+\omega)}{H(\omega)\Theta(x)},$$

$$\Sigma D_\omega^\alpha\left[\frac{1}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega+\overline{2n+1}\,iK')}\right]e^{\frac{i\pi(2n+1)x}{2K}} = D_\omega^\alpha\,\frac{2K}{\pi}\,\frac{H'(0)H(x+\omega)}{\Theta(\omega)\Theta(x)}.$$

» J'ajouterai encore qu'on retrouve les résultats de Jacobi, si l'on réunit les termes qui correspondent à des valeurs de l'indice égales et de signes contraires. Il vient ainsi, en effet, en désignant par m un nombre qu'on fera successivement pair et impair,

$$\frac{e^{\frac{i\pi m x}{2K}}}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega+miK')}+\frac{e^{-\frac{i\pi m x}{2K}}}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega-miK')} = \frac{2\cos\frac{m\pi x}{2K}\cos\frac{m\pi iK'}{2K}\sin\frac{\pi\omega}{2K}}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega+miK')\sin\frac{\pi}{2K}(\omega-miK')}$$
$$-\,i\,\frac{2\sin\frac{m\pi x}{2K}\sin\frac{m\pi iK'}{2K}\cos\frac{\pi\omega}{2K}}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega+miK')\sin\frac{\pi}{2K}(\omega-miK')};$$

employons ensuite les équations de la page 85 des *Fundamenta*, qui donnent :

$$\cos\frac{m\pi iK'}{2K}=\frac{1+q^m}{2\sqrt{q^m}},$$

$$\sin\frac{m\pi iK'}{2K}=i\,\frac{1-q^m}{2\sqrt{q^m}}.$$

$$\sin\frac{\pi}{2K}(\omega+miK')\sin\frac{\pi}{2K}(\omega-miK')=\frac{1-2q^m\cos\frac{\pi\omega}{K}+q^{2m}}{4q^m}.$$

et nous parviendrons à cette nouvelle forme :

$$\frac{e^{\frac{i\pi m x}{2K}}}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega+miK')}+\frac{e^{-\frac{\pi m x}{2K}}}{\sin\frac{\pi}{2K}(\omega-miK')} = \frac{4\sqrt{q^m}(1+q^m)\sin\frac{\pi\omega}{2K}}{1-2q^m\cos\frac{\pi\omega}{2K}+q^{2m}}\cos\frac{m\pi x}{2K}$$
$$+\frac{4\sqrt{q^m}(1-q^m)\cos\frac{\pi\omega}{2K}}{1-2q^m\cos\frac{\pi\omega}{K}+q^{2m}}\sin\frac{m\pi x}{2K}.$$

C'est celle qu'on voit dans la lettre adressée à l'Académie des Sciences et publiée dans les *Comptes rendus* du 30 juillet 1849; car, en introduisant la constante $b = \frac{i\omega}{K'}$, on peut écrire

$$\sin\frac{\pi\omega}{2K} = \frac{q^{\frac{1}{2}b} - q^{-\frac{1}{2}b}}{2i},$$

$$\cos\frac{\pi\omega}{2K} = \frac{q^{\frac{1}{2}b} + q^{-\frac{1}{2}b}}{2}$$

et

$$1 - 2q^m \cos\frac{\pi\omega}{K} + q^{2m} = (1 - q^{m+b})(1 - q^{m-b}).$$

Mais une faute d'impression, reproduite dans les *OEuvres complètes*, t. II, p. 143, et dans le *Journal de Crelle*, t. XXXIX, p. 297, s'est glissée dans ces formules. Les équations (3), (4), (5), (6) renferment en effet les quantités $\sqrt{q(1+q)}$, $\sqrt{q^3(1+q^3)}$, ... et $\sqrt{q(1-q)}$, $\sqrt{q^3(1-q^3)}$, ..., qui doivent être remplacées par $\sqrt{q}(1+q)$, $\sqrt{q^3}(1+q^3)$, ... et $\sqrt{q}(1-q)$, $\sqrt{q^3}(1-q^3)$, ... On peut d'ailleurs parvenir par d'autres méthodes à ces résultats importants. La suivante, qui m'a été communiquée par le P. Joubert, et dont j'indiquerai succinctement le principe, est remarquable par son caractère élémentaire et purement algébrique; elle est fondée sur la décomposition en fractions simples de ces deux expressions :

$$\frac{z(z-q^{1-b})(z-q^{3-b})\ldots(z-q^{2n-1-b})(1-q^{1+b}z)(1-q^{3+b}z)\ldots(1-q^{2n-1+b}z)}{(z-q)(z-q^3)\ldots(z-q^{2n+1})(1-qz)(1-q^3z)\ldots(1-q^{2n+1}z)},$$

$$\frac{z(z-q^{2-b})(z-q^{4-b})\ldots(z-q^{2n-b})(1-q^{2+b}z)(1-q^{4+b}z)\ldots(1-q^{2n+b}z)}{(z-q)(z-q^3)\ldots(z-q^{2n+1})(1-qz)(1-q^3z)\ldots(1-q^{2n+1}z)}.$$

Le résultat obtenu, on fait ensuite grandir indéfiniment le nombre n, et il ne reste plus qu'à développer chaque fraction suivant les puissances croissantes de q, en y remplaçant la variable z par l'exponentielle $e^{\frac{i\pi x}{K}}$.

» Enfin, et en dernier lieu, je remarque qu'au moyen de la formule

$$\int_0^{2K} F(x_0 + x)\,dx = \frac{2i\pi S}{1-\mu'},$$

qui a été le point de départ de mon procédé, nous pouvons très-simplement démontrer les relations établies au § IV, p. 732 :

$$\int_0^{2K} \frac{\Theta(x+a)\,\Theta(x+b)}{\Theta^2(x)}\,dx = 0,$$

$$\int_0^{2K} \frac{H(x+a)\,H(x+b)}{\Theta^2(x)}\,dx = 0,$$

où a et b désignent, dans la première, deux racines de l'équation $H'(x) = 0$, et dans la seconde, deux racines de l'équation $\Theta'(x) = 0$. Si l'on prend, en effet, successivement

$$F(x) = \frac{\Theta(x+a)\Theta(x+b)}{\Theta^2(x)},$$

$$F(x) = \frac{H(x+a)H(x+b)}{\Theta^2(x)},$$

on aura $\mu = 1$ et μ' différant de l'unité, sauf la supposition que nous excluons de $b = -a$. On obtient d'ailleurs, dans le premier cas,

$$S = \frac{H(a)H'(b) + H(b)H'(a)}{H'^2(0)}\sqrt{\mu'},$$

et, dans le second,

$$S = \frac{\Theta(a)\Theta'(b) + \Theta(b)\Theta'(a)}{H'^2(0)}\sqrt{\mu'},$$

de sorte que, sous les conditions admises, les deux valeurs de S s'évanouissent. Cela étant, nous pouvons, dans la relation ainsi démontrée

$$\int_0^{2K} F(x_0 + x)dx = 0,$$

supposer $x_0 = 0$; car l'intégrale est une fonction continue de x_0, non-seulement dans le voisinage de cette valeur particulière, mais dans l'intervalle des deux parallèles à l'axe des abscisses, menées à la même distance K' au-dessus et au-dessous de cet axe. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Résumé d'une histoire de la matière* (quatrième article). Note de M. E. **Chevreul.**

« XVIIIe SIÈCLE. — Arrivé à Lavoisier, je sens la difficulté de ma tâche pour parler de lui convenablement au point de vue où je l'envisage, eu égard à la limite que m'impose le règlement; et cependant mon intention n'a jamais été de reprendre ses ouvrages pour en montrer l'excellence; depuis longtemps le grand homme a trouvé un digne appréciateur de ses œuvres en M. Dumas, chargé officiellement d'en publier l'ensemble.

» J'ai fait connaître d'une manière incontestable la cause des erreurs des alchimistes, depuis Geber jusqu'à Becher, par des citations textuelles de leurs écrits, bien propres à montrer qu'en partant de l'*a priori* le plus absolu ils avaient usé de la manière la plus erronée de l'*analyse* et de la

synthèse mentales, en les confondant par le fait avec l'*analyse* et la *synthèse chimiques*.

» Cette confusion tenait à la nature des choses. Si la distinction des quatre éléments s'expliquait dans l'origine par la considération des quatre états d'agrégation de la matière solide, liquide, aériforme et impondérable, évidemment, lorsqu'il s'agissait de la nature de la matière distinguée en espèces chimiques, les quatre éléments ne correspondaient plus à rien, puisque les alchimistes de tous les temps, jusqu'à Stahl inclusivement, reconnaissaient l'impossibilité de les isoler au moyen de l'expérience des corps où ils en admettaient la présence.

» Ce ne fut qu'à partir de Stahl que de véritables chimistes, abandonnant les chimères de l'alchimie, recourant à la balance, au thermomètre, au baromètre, rendirent possible à Lavoisier la détermination de la nature des corps au moyen de l'analyse et de la synthèse chimique contrôlées l'une par l'autre.

» Le mérite de Lavoisier est précisément d'avoir parcouru la voie qui conduit au *vrai*, tandis que les alchimistes avaient parcouru celle qui aboutit au faux.

» Il a montré la manière de procéder, soit par l'*analyse*, soit par la *synthèse*, pour obtenir des faits précis et exacts en usant des appareils les mieux appropriés à ses recherches et en recourant à l'usage d'instruments d'une précision aussi grande que possible pour apprécier les poids ou les volumes des corps soumis à l'expérience, les chaleurs dégagées ou absorbées, au moyen des thermomètres, des baromètres et des calorimètres.

» Les produits des expériences, soumis aux examens les plus scrupuleux, étaient des *faits précis* qu'il soumettait ensuite aux interprétations les plus rigoureuses.

» C'est ainsi qu'il constata que la *combustion* n'était pas une fermentation comme Becher l'avait dit, et moins encore la séparation complète ou partielle du corps appelé *phlogistique* d'avec un autre corps, ainsi que Stahl l'avait prétendu.

» Toutes ses conclusions, fruits de la *méthode a posteriori expérimentale*, avaient donc le caractère de la *précision* la plus rigoureuse, grâce aux procédés mis en pratique, et de la *vérité*, grâce à la rigueur des raisonnements.

» Les *éléments* des corps n'étaient plus des corps pris arbitrairement, comme les éléments des anciens alchimistes et ceux de Becher; en outre, ils n'étaient plus considérés comme simples d'une manière absolue, quand

on s'était efforcé de les obtenir à l'état de pureté, c'est-à-dire lorsque, en les soumettant à tous les essais imaginables, on ne pouvait en séparer plusieurs sortes de matières. Lavoisier considérait comme simple tout corps qui était dans le cas précédent ; mais avec son excellent esprit qui, éclairé par l'expérience du passé, voyait l'erreur propagée dans l'erreur *admise comme vérité*, il se gardait bien de considérer le *corps simple* comme l'étant en réalité ; il n'était tel que relativement aux connaissances du présent. L'analyse chimique se perfectionnant, le corps pouvait présenter plusieurs sortes de matières à des moyens futurs d'analyse plus énergiques que ceux auxquels il avait été soumis antérieurement. Et Lavoisier donnait l'exemple de la retenue qui fait distinguer du *certain* ce qui est simplement *probable*, retenue d'autant plus louable que, dans son *Traité de Chimie*, en parlant des *terres*, considérées alors comme *simples*, il énonçait la probabilité de leur composition en ces termes précis : « Elles pourraient bien n'être autre chose que » des métaux oxydés avec lesquels l'oxygène a plus d'affinité qu'il n'en a » avec le charbon, et qui par cette circonstance sont irréductibles. » Douze ans après sa mort, H. Davy démontrait l'exactitude de la prévision du chimiste français.

» Le mérite de Lavoisier, une fois rappelé d'une manière trop concise, remontons à l'*hypothèse de Stahl*, afin de suivre les modifications que le *phlogistique* éprouve de la part de Schéele, de Priestley et de H. Cavendish qui, au charbon pur de cendre considéré par Stahl en 1731 (¹) comme le *phlogistique*, avaient substitué l'*air inflammable* (hydrogène), soit qu'ils considérassent cet air comme *simple* ou complexe.

» Stahl publia, dès 1697, l'*anatomie du soufre* ou plutôt sa *synthèse* (supposée). Considérant le sulfate de potasse comme le résultat de l'union de l'acide sulfurique (soufre privé de tout principe inflammable) avec la potasse, il le chauffa au rouge avec de la poussière de charbon; il obtint du sulfure de potassium qui, dissous dans l'eau, donne du *soufre précipité* après la décomposition du sulfure par le vinaigre.

» Tant que Stahl dit que le charbon avait reproduit du soufre en cédant son phlogistique à l'acide sulfurique, il n'y eut pas d'objection, surtout lorsqu'il nommait *phlogistique* le principe inflammable du charbon, qui quittait celui-ci pour s'unir à l'acide sulfurique.

» Mais, en 1731, trois ans avant sa mort, il publia son *Livre des* 300 *expériences*, et là il s'expliqua d'une manière catégorique pour dire que le charbon pur de cendre était le *phlogistique*, qu'il était fixe tant qu'il n'avait pas le contact de l'air ; mais qu'alors, étant au rouge, il disparaissait par

l'impulsion qu'il recevait de l'air ; et que si le mouvement était modéré, il affectait la forme de *chaleur;* mais que si le mouvement était rapide et verticillaire, il était *lumineux.*

» Si la synthèse, telle que Stahl l'énonçait en 1697, ne donne lieu à aucune observation critique, il n'en est plus de même lorsqu'en 1731 il dit positivement : Le *phlogistique* est fixe au feu, s'il n'a pas le contact de l'air. Dans le cas contraire, il reçoit une impulsion de la part de l'air : si elle est faible, il produit la chaleur; si l'impulsion est forte et que le mouvement du phlogistique soit verticillaire, il affecte la forme lumineuse.

» Mais, en reconnaissant le charbon privé de cendre comme le phlogistique pur, en reconnaissant qu'il est identique dans tous les combustibles, il est évident que la synthèse du soufre n'est plus exacte; car ce n'est plus le principe inflammable du soufre qui s'unit à l'acide sulfurique (soufre déphlogistiqué), c'est du charbon.

» Je ne connais personne qui ait avant moi fait cette remarque.

» Stahl s'est-il aperçu de l'objection qu'il créait à sa théorie du phlogistique, en disant que celui-ci est du charbon ? Je n'oserais l'affirmer : ce qui est certain, c'est que, dans son *Livre des* 300 *expériences*, il ne prononce plus le mot *phlogistique :* c'est le *feu*, le *principe igné.*

» Quoi qu'il en soit, que l'on considère l'air inflammable, avec Scheele, Priestley, Henri Cavendish, comme de l'hydrogène de nature simple ou complexe, la combustion n'est plus expliquée par le phlogistique de Stahl ; car le phlogistique, air inflammable, produit *lumière* et *chaleur* en se combinant, et non par une impulsion que l'air lui donnait, disait Stahl.

« Scheele, à mon sens, le représentant de la Chimie définie la science dont le caractère est de réduire la matière en types distingués par leurs propriétés, outre son volume de Mémoires et de Notes, à chacun desquels se rattache une découverte, a composé un *Traité chimique de l'air et du feu*. Au point de vue des découvertes qu'il renferme, la composition de l'air, l'action de l'*air du feu* (oxygène) sur un grand nombre de corps et sur les êtres vivants, l'action chimique des rayons violets de la lumière solaire sur les corps, la chaleur rayonnante, l'acide sulfhydrique, etc., etc., comment se fait-il que cet homme, dont la grandeur et l'originalité des découvertes sont incontestables, ait lié, par des vues aussi hypothétiques, toutes les découvertes et observations décrites dans son *Traité chimique de l'air et du feu?* qu'il ait emprunté à l'*hypothèse* de Stahl le mot *phlogistique* en conservant le sens que Sthal lui avait donné comme un *principe unique*, auquel les corps combustibles devaient la combustibilité, sans

s'expliquer sur la différence extrême existant réellement entre le phlogistique, tel qu'il le concevait, et les idées que Stahl y attachait! Ainsi, quand Stahl dit : Le phlogistique est *fixe;* la *combustion* n'est que sa séparation de la substance incombustible à laquelle il est uni, séparation absolument mécanique, produite par le choc de l'air; le phlogistique n'est *chaleur* qu'en raison d'un mouvement modéré qu'il a reçu de l'air, ou *lumière* si ce mouvement est rapide et *verticillaire,* Scheele dit, au contraire : La *combustion* est la *combinaison de l'air du feu* avec le phlogistique : dès que le combustible est chauffé, le *principe inflammable se fait jour pour briser ses fers,* dit Scheele, *et se combine avec cet air du feu* ([1]). Stahl dit que le charbon pur de cendre est le phlogistique. Scheele dit qu'on ne peut l'isoler, qu'il n'est possible que de le faire passer d'un corps dans un autre.

» Enfin, Scheele n'a point hésité à considérer l'*oxygène,* la *chaleur,* l'*ardeur rayonnante,* la *lumière* et le *gaz hydrogène,* comme des composés binaires d'un acide subtil et de phlogistique, c'est-à-dire de *deux corps imaginaires.*

» En voici le tableau :

Acide infiniment subtil.

+ *a* phlogistique = oxygène.
+ *a* phlog. + *b* phlog. = chaleur.
+ *a* phlog. + *b* phlog. + *c* phlog. = ardeur rayonnante.
+ *a* phlog. + *b* phlog. + *c* phlog. + *d* phlog. = lumière.
+ *a* phlog. + *b* phlog. + *c* phlog. + *d* phlog. + *e* phlog. = hydrogène.

» Parmi les hommes les plus illustres de l'Angleterre, qui ont contribué puissamment à la fondation de la Chimie nouvelle par des découvertes importantes, on distingue Henri Cavendish, dont la part fut si grande dans la découverte de la nature complexe de l'eau. Comment s'expliquer que dans son mémorable Mémoire, lu le 15 janvier 1784 à la Société Royale de Londres, il discute, j'ai tort, il se borne à donner la raison pourquoi, tout en reconnaissant la simplicité de la *théorie de la combustion de Lavoisier,* une théorie mixte du *phlogistique hydrogène* a pourtant sa préférence?

» Je reproduis une traduction fidèle d'un passage de son Mémoire :

« Il semblerait donc, d'après ce que nous venons de dire, que les phénomènes de la nature pourraient très-bien s'expliquer par ces principes, sans le secours du phlogistique; et, en effet, comme ajouter à un corps l'air déphlogistiqué (*oxygène*) revient au même que

([1]) Traduction du *Traité chimique de l'air et du feu,* t. I, p. 171.

de le *depouiller de son phlogistique* et de lui *unir l'eau;* comme aussi, *peut-être*, il n'y a point de corps qui soient entièrement dépourvus d'eau; et comme je ne connais point de moyens par lesquels on peut faire passer le phlogistique d'un corps dans un autre, sans nous laisser incertains si l'eau n'a pas passé en même temps, il sera très-difficile de déterminer, par des expériences, laquelle de ces opinions est la mieux fondée; *mais, comme le principe du phlogistique, communément reçu, explique tous les phénomènes, pour le moins, aussi bien que le fait celui de* M. LAVOISIER, *je l'ai adopté par préférence.* »

» Certes, personne n'estime plus que moi l'union d'une belle âme à une grande intelligence en Cavendish, mais je ne conçois pas de telles objections, surtout quand il était si facile de s'assurer que le mercure se réduit en peroxyde dans l'air sec, et qu'en soumettant un poids déterminé de ce peroxyde sec, on en retire du gaz oxygène et du mercure secs, dont la somme des poids est le poids du peroxyde distillé.

» Malgré tout le mérite que je me plais à reconnaître à Priestley et à ses nombreux travaux, j'ai trop étudié l'homme et ses écrits pour être étonné de son obstination à repousser la théorie de la combustion; au reste, il suffit de citer sa dernière objection à cette théorie pour en faire sentir la faiblesse. Il chauffe au rouge de l'oxyde de fer avec du charbon: un gaz inflammable se dégage, et il s'empresse d'en conclure la fausseté de la théorie. La conclusion, pour être juste, eût exigé qu'il n'existât qu'un seul gaz inflammable, l'hydrogène, et que, dès lors, le gaz obtenu eût été l'hydrogène : nouvel exemple de la nécessité de recourir à l'expérience avant de conclure. Or il n'y recourut pas et commit l'erreur suivante : le gaz obtenu n'avait rien de commun avec l'hydrogène; il était nouveau, contenait le double de carbone, qui constitue le gaz acide carbonique, et, n'étant point acide, il reçut le nom de *gaz oxyde de carbone.* »

THERMOCHIMIE. — *Observations sur le principe du travail maximum et sur la décomposition spontanée du bioxyde de baryum hydraté;* par M. BERTHELOT.

« 1. Voici quelques observations propres à mettre en évidence la tendance des systèmes chimiques vers la composition qui répond au maximum de chaleur dégagée. Il s'agit du bioxyde de baryum, lequel est stable à l'état anhydre, tandis qu'il se décompose peu à peu spontanément lorsqu'il est hydraté. Exposons d'abord les faits, puis nous en donnerons l'interprétation.

» 2. La stabilité du bioxyde de baryum anhydre résulte des chiffres sui-

vants. Un échantillon, préparé en janvier 1874, renfermait au moment de sa préparation :

Oxygène excédant sur la baryte..........	9,4	centièmes.
En novembre 1877, on a trouvé.........	9,2	»

» 3. Il en est autrement de l'hydrate $BaO^2,7HO$. Ce composé, préparé dans un grand état de pureté et conservé à l'état humide, tel qu'on l'obtient par précipitation et expression ([1]), se décompose peu à peu : des bulles gazeuses se développent dans la masse, avec de petites projections intermittentes : l'oxygène s'accumule dans les flacons exactement bouchés, jusqu'à y produire une pression considérable, et qui déterminerait sans doute l'explosion des vases au bout d'un temps suffisant. En même temps il se forme dans la masse des grumeaux cristallins et compactes d'hydrate de baryte $BaO,10HO$. Si le bioxyde de baryum est conservé sous une couche d'eau, la décomposition en est bien plus rapide, ainsi que le dégagement d'oxygène.

» Voici quelques chiffres pour préciser :

» L'hydrate de bioxyde cristallisé, préparé en janvier 1874, offrait à l'analyse des rapports se confondant avec ceux des nombres théoriques

$$BaO = 76,5; \quad O \text{ excédant} = 8,0.$$

» Cet hydrate était mélangé d'ailleurs avec environ moitié de son poids d'eau mécaniquement interposée. Il a été placé dans trois flacons, bouchés à l'émeri et assez exactement pour qu'il s'y soit développé à la longue une forte pression d'oxygène. En novembre 1877, l'analyse a donné les rapports suivants :

Pour $BaO = 76,5$, O excédant (au lieu de 8,0) : 6,5, 1er flacon; 6,1, 2e flacon; 6,5, 3e flacon.

» Un cinquième environ du produit était donc décomposé. La décomposition avait été ralentie par la formation de l'hydrate de baryte cristallisé, facile à constater par une observation directe; cette formation exige 10 équivalents d'eau, c'est-à-dire tend à déshydrater les portions voisines du bioxyde de baryum, qui ne renferme lui que 7 équivalents d'eau. Les portions de bioxyde ainsi déshydratées demeurent emprisonnées dans l'hydrate de baryte formé simultanément.

([1]) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 209.

» Si l'on évite ces causes d'arrêt ou de ralentissement, en opérant en présence d'un excès d'eau convenable, la décomposition spontanée est beaucoup plus rapide. En effet, une portion de la même préparation ayant été conservée sous une couche d'eau dans un flacon placé à côté des trois précédents, la proportion d'oxygène était tombée à 0,28 au lieu de 8,0; c'est-à-dire que la décomposition était presque totale. Il ne s'était pas formé d'ailleurs de carbonate de baryte, ce qui exclut l'intervention de l'acide carbonique atmosphérique.

» 4. Je vais montrer maintenant que ces divers phénomènes pouvaient être prévus par le principe du travail maximum. En effet, d'après mes expériences [1] :

» 1° La décomposition du bioxyde de baryum anhydre absorbe de la chaleur :

$$BaO^2 = BaO + O : \text{absorbe} - 6{,}05 ;$$

aussi cette décomposition n'a-t-elle pas lieu sans le concours d'une énergie étrangère, empruntée à l'acte de l'échauffement.

» 2° Au contraire la transformation du bioxyde de baryum en monohydrate de baryte et oxygène libre dégage de la chaleur :

$$BaO^2 + HO = BaO, HO + O : + 2^{Cal}{,}76 \text{ eau liquide}; + 2{,}0 \text{ eau solide} :$$

relation qui explique le déplacement direct de l'oxygène par l'eau gazeuse, observé par M. Boussingault. Dans cette dernière condition, où l'état physique des deux corps qui se remplacent l'un l'autre est le même, la chaleur dégagée s'élève à + 7,6.

» De même pour les hydrates plus avancés :

$$BaO^2, 7HO + 3HO = BaO, 10HO + O : + 5^{C}{,}3 \text{ eau liquide}; + 3{,}2 \text{ eau solide};$$

cette dernière réaction est d'autant plus aisée que le monohydrate de baryte, une fois formé, garde son eau même au rouge sombre; tandis que le bioxyde de baryum hydraté perd toute son eau dans le vide, sans y abandonner une proportion sensible d'oxygène, lorsque l'opération est suffisamment rapide. C'est ce que prouvent mes analyses du bioxyde anhydre.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 212.

$$BaO + O = BaO^2 : + 6{,}05; \quad BaO^2 + 7HO \text{ liq} : + 9{,}23.$$

Même Recueil, 5e série, t. IV, p. 532 :

$$BaO + HO \text{ liq.} = BaO, HO : 8{,}81 ; \quad BaO, HO + 9HO \text{ liq.} : + 12{,}16.$$

Aussi la transformation de l'hydrate de bioxyde a-t-elle lieu spontanément et dès la température ordinaire. Elle s'opère plus vite en présence d'une proportion d'eau capable de dissoudre à mesure l'hydrate de baryte ([1]), de façon à permettre à la réaction de se poursuivre.

» 3° L'hydrate de bioxyde de baryum pur doit se transformer plus lentement, attendu que chaque molécule d'hydrate de baryte cristallisé emprunte pour se former une certaine proportion d'eau aux molécules de bioxyde voisines :

$$10(BaO^2, 7HO) = 7(BaO, 10HO) + 7O + 3BaO^2 \text{ dégage : } +9,5.$$

» Le bioxyde déshydraté de cette façon demeure stable; à moins qu'un excès de l'eau contenue dans la masse n'arrive peu à peu jusqu'à lui par infiltration, à travers l'hydrate de baryte cristallisé dont il est enveloppé. C'est dans ces dernières conditions que s'est développée la réaction observée dans mes flacons : on en conçoit dès lors le grand ralentissement.

» Ainsi le secret de la décomposition spontanée du bioxyde de baryum, pas plus que celui des réactions analogues, ne réside point dans quelque raison symbolique, tirée de l'arrangement figuré des atomes; mais il s'explique par des causes très-simples et très-nettes, dues au jeu régulier de la Mécanique moléculaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les limites de l'éthérification;* par M. BERTHELOT.

« 1. En exécutant, il y a seize ans, en commun avec M. Péan de Saint-Gilles, nos expériences sur l'éthérification, nous avions mis à part un certain nombre de mélanges destinés à être conservés pendant un temps considérable, afin de rechercher la limite des réactions opérées à la température ordinaire, limite que l'excessive lenteur de la combinaison ne nous avait pas permis d'atteindre.

» J'ai examiné récemment ces mélanges, conservés pour la plupart dans des tubes scellés à la lampe. Voici les résultats observés :

» 2. *Acide acétique et alcool à équivalents égaux.*

PREMIER ÉCHANTILLON, PRÉPARÉ PAR M. PÉAN DE SAINT-GILLES EN AVRIL 1861.

En novembre 1877, acide éthérifié en centièmes......... 65,0

([1]) Dans ce cas le phénomène résultant est une absorption de — 1,7, due à l'influence consécutive de la dissolution; mais cette influence est étrangère au phénomène principal.

DEUXIÈME ÉCHANTILLON, PRÉPARÉ PAR MOI EN JANVIER 1862.

En novembre 1877, acide éthérifié 65,4

» Ces nombres, obtenus au bout de quinze et seize ans de réaction à la température ordinaire, se confondent avec la limite observée à 200 degrés au bout de dix heures de réaction, dans un tube où l'espace occupé par la portion gazeuse était aussi restreint que possible, soit 65,2 (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série. t. LXVIII, p. 239).

» A 260 degrés, après cent heures de chauffe, 66,3.

» A 100 degrés, après cent-cinquante heures de chauffe, nous avons trouvé 65,0 (p. 235).

» Tous ces chiffres diffèrent à peine de la limite 66,5 établie par la méthode des essais réciproques (limite de combinaison entre l'alcool et l'acide et limite inverse de décomposition entre l'éther neutre et l'eau).

» L'identité trouvée pour ces deux limites est la seule preuve absolue que la réaction ait atteint son terme : c'est elle, je le répète, qui nous a servi à fixer la limite d'éthérification de l'acide acétique (*loco citato*, p. 231).

» Les expériences faites à la température ordinaire sont d'autant plus décisives que le système est entièrement liquide et homogène; tandis qu'à une haute température une portion de la matière prend l'état gazeux dans l'espace vide que les tubes renferment nécessairement. Dès que cet espace est un peu considérable, la limite s'élève à 72, 76, 78 centièmes et au delà, comme nous l'avons établi (p. 239, 241 et 243). C'est là une cause d'erreur à laquelle il importe de se soustraire.

» En résumé, la limite de l'éthérification de l'acide acétique à la température ordinaire est sensiblement la même qu'à 100, à 200 et à 260 degrés dans les systèmes liquides, conformément à ce que nos expériences nous avaient conduits à admettre.

» 3. En présence de l'eau on arrive à la même conclusion. En effet, un mélange d'acide acétique et d'alcool dit *absolu* du commerce, mélange qui contenait, d'après l'analyse effective de ses composants, 4 centièmes d'eau en plus, c'est-à-dire près de $\frac{1}{2}$HO libre, ayant été abandonné à lui-même depuis 1869, ce mélange renferme maintenant 63,8 d'acide éthérifié; la limite observée coïncide avec celle résultant du tableau de la page 301 (Recueil cité plus haut) : ce dernier tableau contient des expériences faites entre 150 et 200 degrés.

» 4. Un autre essai, exécuté sur un mélange de *glycérine et d'acide acé-*

tique à équivalents égaux (préparé le 21 mai 1871), a fourni (novembre 1877) : acide éthérifié 71,0.

» La limite résultant de nos premiers essais était 69,3; nombre un peu plus faible, quoique compris dans la limite des erreurs de ce genre d'essais.

» 5. *Acide tartrique et alcool.* — Le mélange suivant :

Alcool	28,0	centièmes
Eau	60,2	»
Acide tartrique	11,8	»

préparé en 1865 pour mes expériences sur les vins (faites en commun avec M. de Fleurieu) et abandonné à lui-même pendant douze ans, a perdu (novembre 1877) les 32,2 centièmes de son titre acide.

» Une expérience faite à l'origine, en chauffant ce mélange à 135 degrés pendant quarante-quatre heures, avait donné (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. V, p. 202) :

Perte d'acidité	32,5

» C'est toujours la même limite.

» J'ai poussé plus loin cette étude. En effet, l'acide, étant bibasique, se trouve en partie neutralisé complétement, c'est-à-dire sous la forme d'éther tartrique, en partie neutralisé à moitié, c'est-à-dire sous la forme d'acide éthyltartrique. La proportion relative de ces deux composés est difficile à apprécier. Cependant je l'ai estimée approximativement en traitant par cinq fois son volume d'éther ordinaire (employé par fractions successives, afin de mieux épuiser) la liqueur précédente, étendue au préalable de 5 volumes d'eau; puis en saponifiant par l'eau de baryte la solution éthérée, laquelle renferme l'éther tartrique associé avec une très-faible dose d'acide éthyltartrique. Tout compte fait, j'ai trouvé :

Acide tartrique primitif	11,8
Acide tartrique changé en éther neutre	1,3
Acide tartrique changé en acide éthyltartrique	5,0
Acide tartrique demeuré libre	5,5

» Ces nombres diffèrent peu de ceux que j'avais obtenus autrefois par un procédé d'analyse tout différent (précipitation directe de l'acide tartrique sous la forme de bitartrate de potasse), appliqué à la même liqueur chauffée à 135 degrés (*loco citato*, p. 203), soit :

Acide changé en éther neutre	1,0
Acide changé en acide éthéré	5,7
Acide demeuré libre	5,1

» Il paraît donc que les proportions relatives d'éther neutre et d'éther acide, aussi bien que la limite d'éthérification, seraient à peu près les mêmes à 135 degrés et à la température ordinaire pour un acide bibasique, tel que l'acide tartrique.

» 6. Quelques-unes des expériences que je rapporte ont fourni une nouvelle preuve du rôle de l'eau, en tant que nécessaire pour déterminer la limite de l'éthérification. En effet, un *mélange d'alcool ordinaire et d'acide valérique, à équivalents égaux*, préparé le 18 avril 1861, avait donné naissance, en novembre 1877, à de l'éther éthylvalérique et à de l'eau, *qui s'était séparée sous forme liquide au fond du tube*. Dans ce tube, la proportion d'acide éthérifié s'est élevée à 81,7,

au lieu de 65,8 à 200 degrés.

» Mais, à 200 degrés, le système est homogène, par suite de la dissolution réciproque et totale de ses composants; tandis qu'à la température ordinaire, l'eau n'étant qu'imparfaitement soluble dans les autres composants, une portion de ce corps (les deux tiers environ) sort du champ de l'action chimique : ce qui permet à la combinaison d'aller plus loin.

» De là une cause d'erreur qu'il convient d'éviter dans la détermination de la limite : erreur surtout sensible avec les alcools à équivalent élevé, dont elle tend à accroître l'éthérification. En effet, les mélanges que forment ces alcools et leurs éthers ne deviennent capables de dissoudre la totalité de l'eau formée jusqu'à la fin de l'expérience que si l'on opère à 200 degrés ou au-dessus.

» Quoi qu'il en soit, les essais précédents confirment ma théorie sur la cause qui limite l'éthérification et viennent à l'appui des expériences dans lesquelles l'élimination progressive de l'eau, accomplie par un agent chimique (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVIII, p. 232), a permis à l'éthérification de devenir totale.

» L'ensemble des expériences que je viens de décrire vérifie donc les lois générales de l'éthérification, et spécialement l'identité des limites de combinaison entre les acides et les alcools, depuis la température ordinaire jusqu'à 260 degrés. J'ai cru utile de les publier, à cause de la longue durée de ces essais (seize ans) et de la netteté des résultats. »

BOTANIQUE. — *De l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les bourgeons de quelques Légumineuses* (2e Partie); par M. A. TRÉCUL.

« ASTRAGALUS. — Dans les bourgeons de *Galega officinalis*, le premier vaisseau commence dans l'axe, au-dessous de chaque feuille, ainsi que je le

décrirai dans ma prochaine Communication. Au contraire, dans les bourgeons de l'*Astragalus vimineus* et dans ceux du *Styphnolobium japonicum* (pleureur), j'ai vu le premier vaisseau débuter dans la feuille même, près de la base de celle-ci, vis-à-vis des folioles inférieures. Cette dernière circonstance a besoin de quelques mots d'explication. On pourrait se demander comment, dans une feuille *à formation basifuge*, c'est-à-dire dont les parties se forment de bas en haut, le premier vaisseau, qui naît près des folioles inférieures, peut se trouver près de la base de la feuille. Les folioles inférieures, pourrait-on dire, ont au-dessous d'elles, à l'état parfait, un pétiole assez long ; si les folioles inférieures sont à la base de la feuille, à l'époque de l'apparition du premier vaisseau, les parties de cette feuille ne se forment donc pas toutes de bas en haut. Cette conclusion serait erronée pour deux raisons : 1° on oublierait que les divers types de formation des feuilles ne concernent que l'*ordre d'apparition des parties externes* ou mieux *des divisions de la feuille* (*folioles, lobes* ou *dents*) ; et puis 2°, quand apparait le premier vaisseau, et même avant que les folioles inférieures se montrent, les stipules existent déjà [1], par conséquent la feuille est complète par en bas. Si les folioles inférieures, qui apparaissent les premières, sont près de la base de l'organe, c'est que le pétiole, qui n'est que le premier entrenœud de la feuille, est si court qu'il semble nul, comme les autres entrenœuds, qui séparent les folioles. Bien que toutes celles-ci soient contiguës dans la jeunesse, on ne saurait pourtant soutenir que les entrenœuds n'existent pas. D'ailleurs leur allongement s'effectue, dans notre plante, successivement, du bas de la feuille à son sommet, suivant l'ordre d'apparition des folioles. Ce point théorique expliqué, je reviens au développement des vaisseaux.

» Des feuilles hautes de $0^{mm},50$ à $0^{mm},55$, déjà pourvues de sept à huit rudiments foliolaires de chaque côté, peuvent ne pas encore posséder de vaisseau, tandis que d'autres feuilles de même hauteur en peuvent montrer déjà. C'est ainsi qu'une feuille élevée de $0^{mm},55$ offrait un court vaisseau qui ne descendait pas tout à fait à la base de la feuille, et qui par en haut ne dépassait pas la troisième foliole. Dans d'autres feuilles, hautes de $0^{mm},50$ à $0^{mm},60$, le vaisseau montait jusqu'à la cinquième ou à la septième foliole sans s'être prolongé par en bas. Je n'ai trouvé qu'une fois le

---

[1] Près d'une feuille haute de $0^{mm},16$, bien avant l'apparition des premiers rudiments foliolaires, les stipules avaient une hauteur à peu près égale à celle de la feuille. On peut quelquefois les voir commencer de chaque côté d'une feuille haute de $0^{mm},05$ à $0^{mm},06$.

jeune vaisseau composé de deux fragments : le plus long était situé vis-à-vis des quatre folioles inférieures, le plus court vis-à-vis de la septième. La feuille avait dix folioles rudimentaires de chaque côté. Dans une feuille haute de $0^{mm},75$, qui avait onze folioles sur chaque rang (les feuilles de cette plante ont deux rangées de folioles de sept à vingt et une chacune), le premier vaisseau montait jusqu'à la neuvième, et par en bas ne descendait pas au-dessous de la deuxième. Dans d'autres cas rares, au contraire, le vaisseau n'allait pas par en haut au delà de la troisième ou de la quatrième foliole, et déjà il descendait un peu au-dessous de la base de la feuille. Ordinairement le vaisseau monte plus haut avant de dépasser la base.

» Dans des feuilles où le premier vaisseau, qui est le médian du rachis, est descendu plus ou moins loin au-dessous de la base de la feuille, on voit dans l'axe, à quelque distance de chaque côté, un court vaisseau arqué, à concavité tournée vers le médian; c'est le commencement du faisceau latéral substipulaire. Par son extrémité supérieure, ce vaisseau se dirige vers le médian, auquel il aboutit près de la base de la feuille, après avoir donné insertion aux vaisseaux stipulaires et au premier latéral rachidien du côté correspondant. Par en bas, il descend isolément dans l'axe, ou peut, avec son homologue de l'autre côté, se réunir à quelque distance au prolongement du médian.

» Quand le vaisseau médian du rachis est arrivé par en haut à la foliole terminale, les vaisseaux des nervures médianes des folioles latérales naissent le plus fréquemment à son contact, et s'avancent ensuite à l'intérieur de celles-ci. Ceux des folioles inférieures paraissent d'abord, excepté assez souvent celui de la première et quelquefois celui de la deuxième et de la troisième, qui ne se montrent alors que plus tard, bien que les folioles d'en bas soient les premières apparues. C'est sans doute, comme cela arrive fréquemment, quand la nervure médiane de ces folioles ne s'insère que sur le faisceau latéral rachidien, qui naît postérieurement et dont je vais m'occuper.

» C'est après que les premiers vaisseaux des nervures médianes des folioles sont formés, ou pendant que ceux des folioles supérieures apparaissent, que débute ce faisceau latéral rachidien. Son premier vaisseau commence près des folioles inférieures, à peu près comme a débuté le médian, ou un peu plus bas, vers le haut du pétiole, qui déjà s'est un peu allongé. Ce vaisseau ou jeune faisceau s'étend ensuite par en haut et se met en rapport avec les folioles, tandis que par en bas il descend dans le pétiole et va s'insérer à la base de celui-ci sur le faisceau substipulaire,

ordinairement avant que ce dernier soit allié au médian par son extrémité, ce qu'il fait bientôt après.

» Quand ce faisceau latéral du rachis s'est mis en communication avec les nervures médianes des folioles du même côté, celles-ci sont vasculairement insérées à la fois sur ce faisceau latéral et sur le médian. Par conséquent, chaque nervure médiane des folioles se termine inférieurement d'ordinaire par une fourche; la branche qui s'attache au faisceau latéral est très-courte: celle qui se fixe sur le médian est plus longue. Elle s'allonge encore, et devient très-oblique pendant l'extension de la feuille en longueur.

» Cette double insertion vasculaire des folioles étant établie, de nouveaux faisceaux longitudinaux plus grêles naissent dans le rachis entre les précédents. Leur nombre varie de un à trois, de chaque côté, sur les coupes transversales. Ils mettent en communication, les uns avec les autres, les faisceaux obliques qui attachent les folioles au médian du rachis.

» Après que le faisceau vasculaire des nervures médianes des folioles est ébauché, et qu'il s'est un peu renflé en haut de celles-ci, les vaisseaux des nervures latérales pinnées se forment. Ils commencent ordinairement dans quelqu'une des nervures latérales de la partie supérieure de chaque foliole, et ensuite seulement dans la partie inférieure. Mais leur apparition dans la série des folioles ne suit pas nécessairement l'*ordre de formation basifuge* de celles-ci; elle coïncide avec l'*ordre de leur extension*.

» L'accroissement plus grand et plus prompt que prennent les folioles moyennes, au moins fort souvent, pourrait faire croire *à une formation mixte*, analogue à celle que j'ai signalée en 1853 dans certaines feuilles; mais il n'en est pas ainsi. Les folioles de l'*Astragalus vimineus* apparaissent réellement de bas en haut, comme l'élongation du pétiole et des autres entre-nœuds du rachis s'effectue aussi de bas en haut, comme également se forme le premier vaisseau de ce même rachis, qui naît près des folioles inférieures et s'allonge graduellement de la base au sommet, où il pénètre finalement dans le rudiment de la foliole terminale.

» Le plus grand accroissement des folioles moyennes n'est donc pas une conséquence de leur ordre d'apparition ou de naissance. Cet accroissement plus grand et précoce existant, on conçoit qu'il influe sur l'ordre de formation des vaisseaux qui naissent après sa manifestation. Il n'est donc pas bien surprenant que les folioles qui s'accroissent les premières produisent aussi les premières les vaisseaux de leurs nervures latérales pinnées. Elles en peuvent présenter déjà dans plusieurs nervures, quand les folioles inférieures et les supérieures en sont encore dépourvues. On peut

le vérifier actuellement, et reconnaître que ce sont les *folioles latérales supérieures* qui, les dernières, montrent les premiers vaisseaux de leurs nervures pinnées. Elles sont en cela précédées par la foliole terminale qui, elle-même, en retard à cet égard par rapport aux folioles moyennes, l'est quelquefois aussi par rapport aux folioles inférieures. Cependant il m'est arrivé de trouver que la foliole inférieure n'ayant de vaisseaux que dans deux nervures du même côté de sa moitié supérieure, les folioles moyennes en ayant dans six nervures, réparties dans les trois quarts supérieurs de leur hauteur, les folioles latérales d'en haut n'en ayant qu'en une seule nervure, la foliole terminale en avait dans quatre.

» Cela m'amène à la discussion d'un point controversé. Il s'agit de savoir quel est l'ordre de formation de la foliole terminale. Précède-t-elle toutes les autres parties de la feuille, comme le croient quelques botanistes? Je n'hésite pas à répondre *non*, et voici comment je le prouve :

» J'ai dit, en 1853, que dans la feuille du *Galega officinalis* et autres feuilles composées *à formation basifuge*, ce n'est pas la foliole terminale qui naît la première, que c'est le rachis, sur lequel les folioles apparaissent ensuite de bas en haut. Ce jeune rachis étant creusé longitudinalement à sa face supérieure, avant l'apparition des rudiments des folioles, a été pris pour la foliole terminale.

» Si la foliole terminale naissait la première, elle formerait à l'extrémité de la jeune feuille une lame qui aurait une dimension minimum à peu près constante, toujours plus petite évidemment que la foliole terminale de la feuille plus âgée qui l'a précédée, qui a toutes ses folioles et qui a déjà grandi. Il n'en est point ainsi. Le sommet entier qui surmonte les folioles latérales en voie de multiplication, et mieux encore l'organe entier qui précède les folioles latérales, est trouvé, pris à un âge assez avancé, beaucoup plus long que la foliole terminale de la feuille plus âgée voisine, qui a toutes ses folioles, laquelle foliole terminale s'est déjà accrue. Ce sommet entier de la très-jeune feuille, ou cet organe entier déprimé ou creusé en gouttière à sa face supérieure, n'est donc pas la foliole terminale, c'est le rachis, qui, à tous les âges, reste canaliculé.

» Voici quelques mesures qui confirment ma conclusion. Elles ont été données par l'*Astragalus vimineus*, Pall.

		mm
1er BOURGEON..	Jeune feuille haute de $0^{mm},52$, en voie de produire ses folioles, dont elle a déjà sept rudiments latéraux sur le côté visible, a le sommet entier haut de....................................	0,23
	La feuille plus âgée voisine, haute de $0^{mm},87$, a sa foliole terminale déjà grandie, haute de....................................	0,13

		mm
2ᵉ BOURGEON..	Jeune feuille haute de $0^{mm},40$, n'ayant encore que quatre rudiments foliolaires, a son sommet entier haut de.	0,20
	La feuille plus âgée voisine, haute de $0^{mm},75$, a sa foliole terminale haute de.	0,09
3ᵉ BOURGEON..	Jeune feuille qui n'a encore qu'un rudiment foliolaire latéral, a son sommet entier haut de.	0,25
	La feuille plus âgée voisine, haute de $0^{mm},75$, a sa foliole terminale haute de.	0,10
4ᵉ BOURGEON..	Jeune feuille qui n'a pas encore de rudiments foliolaires latéraux, a.	0,25
	La feuille plus âgée voisine, haute de $0^{mm},70$, a sa foliole terminale haute de.	0,14
5ᵉ BOURGEON..	Jeune feuille haute de $0^{mm},35$, ayant cinq rudiments de folioles, a le sommet haut de.	0,18
	La feuille plus âgée voisine, haute de $0^{mm},65$, a sa foliole terminale de.	0,10
6ᵉ BOURGEON..	Jeune feuille qui n'a pas encore de rudiments de folioles, est haute de.	0,23
	La feuille voisine plus âgée a le sommet entier haut de.	0,14
7ᵉ BOURGEON..	Jeune feuille, encore sans rudiments foliolaires, est haute de.	0,32
	La feuille plus âgée voisine, haute de $0^{mm},67$, encore en voie de multiplication des folioles, a le sommet entier haut de.	0,21

» N'est-il pas évident par là que la foliole terminale n'est ébauchée qu'après les autres? Si, pour sa nervation, elle est un peu plus avancée que les folioles immédiatement voisines, c'est sans doute parce que sa nervure médiane est la terminaison du rachis et que, comme telle, elle a un peu d'avance sur les dernières folioles, auxquelles celui-ci vient de donner naissance latéralement. Mais il est bien clair qu'avant l'ébauche de ces folioles latérales supérieures elle n'existait pas comme foliole, puisque, dans tous les exemples cités, le sommet entier de la jeune feuille était beaucoup plus long que ne l'était la foliole terminale d'une feuille plus âgée, qui avait toutes ses folioles et qui s'était déjà accrue.

» Il est manifeste aussi que plus une feuille *à formation basifuge* a de folioles latérales, plus l'apparition de la foliole terminale est en retard sur celle des folioles inférieures. Par conséquent, pour juger la question, il importe de prendre les plantes dont les feuilles ont le plus grand nombre de folioles latérales.

» Je ferai remarquer, en terminant, qu'il ne faut pas confondre la constatation de la faible avance qu'a la formation des nervures de la foliole terminale sur la formation des nervures des folioles latérales supérieures, avec l'opinion qui veut que cette foliole terminale soit née avant toutes les autres parties de la feuille, avant le rachis lui-même. »

M. P. Gervais fait hommage à l'Académie de la 16e livraison de l'*Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles*, qu'il publie en collaboration avec M. Van Beneden.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *de Baer*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques et trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques. Le Président de l'Académie en fait partie de droit.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants. Pour les Sections de Sciences mathématiques :

M. Bertrand	33 suffrages.
M. Fizeau.	27 »
M. Becquerel père.	19 »
M. Chasles	12 »

Pour les Sections de Sciences physiques :

M. Cl. Bernard	31 suffrages.
M. Dumas	28 »
M. H. Sainte-Claire Deville . .	18 »
M. Gervais	12 »
M. Chevreul	11 »
M. Decaisne	10 »

En conséquence, la Commission se composera de M. Peligot, Président en exercice, et de MM. Bertrand, Fizeau, Becquerel père, Cl. Bernard Dumas, H. Sainte-Claire Deville.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Note sur la numération des globules du lait, pour l'analyse du lait de femme;* par M. E. Bouchut. (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Médecine.)

« Cette Note a pour but de montrer que l'analyse du lait peut se faire, avec le microscope, d'une façon utile et pratique, par la *numération des glo-*

bules laiteux, qui représentent exactement la quantité de beurre renfermée dans ce liquide.

» J'ai dû faire préparer par M. Nachet des cellules à un dixième de millimètre de profondeur, spéciales pour l'analyse du lait : c'est avec ces cellules que j'ai opéré.

« On prend une goutte de lait, mesurée avec le compte-gouttes gradué de Limousin, et on la mélange avec 100 gouttes d'eau distillée pure, ou mieux salée au centième. Cette addition a pour but d'avoir un liquide à 1030, facilitant l'élévation des globules du lait, plus lente dans l'eau distillée.

» Alors, une goutte de ce mélange au centième étant placée sous le microscope, dont l'oculaire est quadrillé au cinquième comme celui qui sert aux mensurations des globules sanguins, on compte ce qui se trouve compris dans le carré. Supposons qu'on y compte 92 globules de lait, gros ou petits; on devra compter de nouveau à trois reprises sur des points différents et prendre la moyenne. Cette moyenne doit être divisée par 4, puisque, ayant compté dans un quadrillage ayant un cinquième de côté, et renfermant quatre carrés de un dixième, il faut prendre le quart du nombre de globules trouvés. Cela fait, on multiplie par 1000 (le cube de 10), puisque la cellule est au dixième, puis par 100, puisque le titre du liquide est au centième.

» Ainsi, si 292 est le nombre des globules trouvés dans trois numérotages du quadrillé au-dessous duquel se trouve la solution de lait au centième, le calcul, tel qu'il vient d'être indiqué, donne 2427000 pour le nombre des globules de lait dans 1 millimètre cube de lait.

D'après ce procédé et aussi d'après le procédé d'analyse au cinquième, j'ai compté les globules du lait chez 158 nourrices. Dans mes observations, j'ai tenu compte de l'âge de la nourrice et de l'âge de son lait; j'ai établi des catégories pour le lait pris avant la tétée, pendant la tétée et après la tétée. Voici les principaux résultats :

5	fois les globules	ont été de	.....	200000	à	400000
14	»	»	....	400000	à	600000
20	»	»	.....	600000	à	800000
24	»	»	.....	800000	à	1000000
66	»	»	.....	1000000	a	2000000
27	»	»	.....	2000000	à	4000000
2	»	»	.....	4000000	à	5000000
158						

» Ces nombres comprennent les gros et les moyens globules, ainsi que les petits globulins qu'il est possible de compter en faisant varier la vis du microscope pour bien saisir tout ce qui est dans la couche laiteuse.

» Malgré la diversité de composition du lait et les variations de quantité

de ses éléments chez la même nourrice, aux différentes époques de la journée, la numération des globules du lait, faite avec soin, et plusieurs fois en vingt-quatre heures, donne une moyenne qui représente bien la qualité du lait.

» D'ailleurs, si l'on veut approfondir la question, et, comme je l'ai fait, remonter du nombre des globules au poids approximatif de la quantité de beurre par litre de lait, ou même déterminer approximativement, à deux degrés près, la densité de ce liquide, cela est facile en comparant le lait de vache au lait de la femme. Voici mes observations sur la vache :

» Il faut prendre une certaine quantité de lait, 15 grammes, et parallèlement faire : 1° la numération exacte des globules sur le lait préparé par le microscope; 2° la détermination de la densité correspondante du lait; 3° la détermination, par l'analyse chimique, de la quantité en poids de beurre contenu dans le lait soumis à l'analyse.

» En comparant ces trois espèces de résultats, j'ai dressé un tableau indiquant à quelle densité et à quel poids de beurre par litre correspondent les quantités de globules appréciés au microscope. De cette manière, le nombre des globules, dans 1 millimètre cube de lait, permet de dire quel est, à peu de chose près, son poids de beurre et en même temps quelle est sa densité approximative.

» Ainsi, sur différents échantillons de lait de vache, j'ai trouvé :

Globules par millim. cube	Densité.	Beurre par 1000.
1102500	1022	24gr
1820000	1021	21
1925500	1030	26
2105000	1028	29
2205000	1032	37
2305000	1030	35
2400000	1030	37
2407000	1033	34
2692000	1030	29
3700000	1030	34

» Ces évaluations ne permettent pas de donner une règle absolue ; mais c'est un résultat approchant assez de la vérité pour qu'on en tienne compte.

» La numération des globules et des globulins du lait permet donc d'arriver, autant qu'il est possible, à connaître sa richesse, c'est-à-dire la quantité de beurre qu'il renferme

» Une goutte de lait peut suffire pour cette analyse. Mais, comme ce liquide est de composition très-variable, chez la même femme, on n'a de résultat sérieux qu'en prenant la moyenne de plusieurs analyses. Pour cela il faut prendre cinq échantillons de 3 à 4 grammes de lait dans la même journée, afin de pouvoir analyser cinq gouttes de composition différente. C'est la moyenne de ces cinq analyses qui indiquera la qualité du lait de la nourrice.

» Cette moyenne de globules et de globulins, évaluée d'après les calculs faits sur 158 nourrices, est de 1026000 par millimètre cube de lait, soit cent deux milliards six cents millions par litre; mais, entre 800 000 et un million par millimètre cube, le lait est de bonne qualité. Il ne reste plus qu'à en déterminer la quantité, et c'est ce qui ressort des pesées de l'enfant avant et après la tétée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CINÉMATIQUE. — *Formules nouvelles pour l'étude du mouvement d'une figure plane.* Mémoire de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, présenté par M. Resal. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Phillips, Resal.)

« Je fais connaître dans ce travail des formules nouvelles pour l'étude du mouvement d'une figure plane. Elles ont une grande généralité et permettent de traiter fort simplement des problèmes qu'il paraîtrait difficile, pour ne pas dire impossible, d'aborder autrement. Je citerai comme exemples les suivants.

» Le long de quelle courbe directrice doit-on assujettir le mouvement d'une droite de la figure, d'après une loi de glissement définie arbitrairement, pour qu'une seconde droite enveloppe une ligne égale ou semblable à cette directrice; ou plus généralement à une de ses développées ou développantes d'ordre quelconque?

» Par quelle directrice faut-il assujettir le mouvement d'une première droite pour que deux autres droites enveloppent des courbes égales ou semblables l'une à l'autre; ou telles que cette même relation ait lieu entre leurs développées ou développantes de deux ordres quelconques?

» Partant d'une première directrice, on y fait rouler une droite d'une première figure dont une autre droite enveloppe alors une seconde courbe. Sur cette ligne envisagée comme seconde directrice, on fait rouler une

droite d'une seconde figure dont une autre droite enveloppe une troisième courbe, et ainsi de suite. Quelle doit être la première directrice pour que dans le $n^{\text{ième}}$ mouvement une droite de la $n^{\text{ième}}$ figure passe constamment par un point fixe?

» Quelle doit être, dans les mêmes conditions, la première directrice pour que la $n^{\text{ième}}$ enveloppe soit égale ou semblable, soit à cette courbe, soit à sa $p^{\text{ième}}$ développée ou à sa $q^{\text{ième}}$ développante?

» Quelle doit être la directrice d'un mouvement dont le centre instantané parcourt une droite de la figure, pour que le lieu qu'il décrit dans l'espace absolu soit égal ou semblable à cette directrice ou à une de ses développées ou développantes, ou encore à l'enveloppe d'une droite quelconque de la figure?

» Trouver une courbe telle que, dans le mouvement d'un angle invariable circonscrit, une droite menée par le sommet de l'angle enveloppe une ligne semblable.

» A ces problèmes relatifs aux enveloppes des droites de la figure s'ajoutent des questions analogues relatives aux trajectoires de ses points.

» J'obtiens également des théorèmes nouveaux de Cinématique, tels que les suivants :

» Si l'on modifie la loi de glissement de la droite qui caractérise la figure » mobile, en ajoutant incessamment à ce glissement, pour passer d'une » position à une autre, l'arc d'une cycloïde quelconque compris entre les » tangentes parallèles aux deux positions de la droite, l'enveloppe d'une » seconde droite mobile n'en est nullement modifiée dans sa forme. Sa » situation seule en est affectée et se trouve déplacée parallèlement à » elle-même.

» Si deux droites enveloppent deux spirales logarithmiques égales, mais » disposées d'une manière quelconque, toute droite de la figure enve- » loppe une développante d'une spirale égale. En particulier, celles qui » passent par le point de concours des deux premières engendrent une » spirale égale.

» Si l'on emploie de même deux développantes de cercle quelconques, » soit proprement dites, soit d'ordre supérieur, toute autre droite enve- » loppe une développante de cercle du même ordre.

» Les problèmes ci-dessus se résolvent à l'aide d'équations aux différences finies ou aux différences *mêlées* (finies et infiniment petites). Le point de départ de ces recherches se trouve dans deux formules fondamentales que je commence par établir et qui ont une portée très-étendue, même en

dehors de la Cinématique, dans le domaine de la Géométrie. Elles servent à trouver le lieu de points dont chacun correspond à un point d'une courbe donnée, d'après une loi de construction absolument quelconque. Je définis cette construction au moyen des longueurs x et y qui doivent être portées sur la normale et la tangente en chaque point pour obtenir le point dérivé. Ces deux paramètres sont des fonctions arbitraires, mais déterminées, de l'angle de direction de la tangente ω, du rayon de courbure ρ, de ceux $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \ldots, \rho_p$ des p premières développées, de l'arc s de la courbe et de ceux $s_1, s_2, s_3, \ldots, s_q$ des q premières développantes.

» Cette recherche présente donc un double degré de généralité. Il ne s'agit pas seulement en effet, comme dans les théories ordinaires de la Géométrie analytique, de ramener à un type uniforme de formules, quelle que soit la courbe donnée, la recherche d'un lieu *bien défini;* mais il faut, en outre, résoudre la question par des relations qui restent les mêmes quel que soit le mode même de construction qui définit le genre de lieu géométrique demandé; et l'on vient de voir avec quelle généralité nous concevons cette définition. Or c'est à quoi suffisent nos deux formules fondamentales établies une fois pour toutes. Il suffit d'éliminer ω et ρ entre elles et l'équation de la courbe fournie en fonction de ces deux variables. On obtient ainsi entre les nouvelles coordonnées ω_1 et ρ_1 celle du lieu cherché. J'ajouterai d'ailleurs que, dans un grand nombre de cas très-étendus, puisque l'une des deux fonctions x et y reste arbitraire, l'élimination se trouve faite une fois pour toutes.

» Inversement on peut se demander quelle doit être la courbe sur laquelle on doit exécuter une opération définie, mais quelconque, pour que le résultat soit une ligne désignée à l'avance

$$F(\omega_1, \rho_1) = 0.$$

Il suffit d'y remplacer ω_1 et ρ_1 par les expressions ci-dessus pour avoir l'équation différentielle de la courbe cherchée. Elle est d'un ordre plus ou moins élevé suivant la complication des fonctions x et y. J'en donne un certain nombre d'exemples généraux que je ramène aux quadratures.

» Ce sont enfin ces mêmes formules fondamentales qui, appliquées à la recherche des trajectoires de points, des enveloppes de droites, et des lieux de centres instantanés, permettent de traiter les questions de Cinématique qui forment le but essentiel de ce Mémoire. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la migration du Puceron du cornouiller et sur sa reproduction.* Note de M. J. LICHTENSTEIN.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« En communiquant à l'Académie la découverte des insectes à forme sexuée des genres de Pucerons *Pemphigus* et *Tetraneura*, j'ajoutais que, très-probablement, le genre *Schizoneura* offrirait le même genre de métamorphoses. Il en est ainsi en effet, et, si quelque chose peut étonner, c'est que le fait n'ait pas encore été publié; car, en ce moment même, à Montpellier, les feuilles du cornouiller sont littéralement couvertes du Puceron ailé noir à ceinture blanche, qui a reçu le nom de *Schizoneura corni;* c'est la forme ailée que j'ai appelée *pupifère* chez le Phylloxera

» Cet insecte dépose, sous les feuilles, des pupes qui éclosent presque immédiatement et donnent naissance à des insectes sexués, de tailles et de couleurs différentes; les plus gros sont blanchâtres, les plus petits jaune vif. Seulement, les sexués ne sont pas dépourvus de rostre comme chez le Phylloxera; ils piquent très-bien la feuille, grossissent très-vite et changent de peau alors les mâles deviennent bruns et les femelles vertes, tachées de brun ou de noir sur le milieu de l'abdomen; l'accouplement a lieu : les mâles très-ardents suffisent à plusieurs femelles; puis, cette génération tombe à terre avec les feuilles flétries et se laisse emporter par le vent.

» Que devient-elle? Je l'ignore encore; mais je crois être sur la voie d'une migration bien plus curieuse encore que celle que j'ai racontée pour le Phylloxera du chêne. Ce dernier émigre du chêne kermès au chêne blanc; le Puceron du cornouiller vient des racines des graminées et doit certainement y retourner.

» Je dis qu'il en vient, parce que j'ai élevé en tubes des colonies de Pucerons trouvées sur les racines d'une graminée (*Holcus*), et j'ai pu les amener à la forme ailée. Or l'insecte que j'ai obtenu était la forme ailée du *Schizoneura corni.* Malheureusement, l'éducation en chambre ne m'a encore livré que des insectes maladifs, et je n'ai pu les voir passer sur le cornouiller et y pondre. En liberté, l'observation du passage dans l'air d'un Puceron allant d'une plante à une autre est des plus difficiles; cependant j'espère pouvoir en venir à bout.

» Mais, pour moi, vu l'identité complète de l'insecte que j'obtiens des racines des graminées avec celui que je vois pondre sur le cornouiller, le fait de la migration du *Schizoneura corni*, des racines des *Holcus* (et probablement

d'autres graminées) aux feuilles du *Cornus sanguinea*, est indiscutable; c'est une nouvelle confirmation de mes observations antérieures, sur les migrations de ce groupe d'insectes et sur le genre de reproduction que j'ai appelé *anthogénésie*.

» Je puis joindre encore aujourd'hui à ce groupe la *Vacuna dryophila* de Heyden, Puceron du chêne qui ressemble au Phylloxera par son port d'aile horizontal, mais qui a cinq articles aux antennes et la nervation d'ailes des *Schizoneura*. Ce Puceron, en ce moment-ci également, dépose des pupes sexuées sous les feuilles du chêne blanc. Il en sort des insectes à rostre, comme chez le *Schizoneura*, qui subissent une mue, mais qui s'accouplent ensuite comme les sexués du Phylloxera.

» Le groupe d'Homoptères anthogénésiques, caractérisé par *une forme ailée agame, produisant de petits insectes aptères sexués,* comprend aujourd'hui les genres : *Pemphigus, Phylloxera, Tetraneura, Aploneura, Vacuna* et *Schizoneura;* tous Pucerons à antennes courtes et robustes, et ayant la nervure cubitale simple ou à une seule fourche. Les Aphidiens vrais ont de très-longues antennes, et la nervure cubitale a deux fourches; chez ceux-ci, les insectes sexués sont ailés, au moins les mâles; il n'y a pas anthogénésie, c'est-à-dire ponte de pupes sexuées.

» Aucun auteur, que je sache, n'a encore mentionné les formes sexuées des *Schizoneura* et des *Vacuna;* dès que j'aurai obtenu la certitude des migrations curieuses que je soupçonne, j'aurai l'honneur d'en faire part à l'Académie. »

VITICULTURE. — *Observations au sujet d'une Communication récente de M.* Fabre. Note de M. A. MILLARDET. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« ... D'une manière générale, mes observations se trouvent confirmées par celles de M. Fabre : tous deux, en effet, nous admettons l'excellence du *V. riparia* comme porte-greffe de nos cépages européens; mais M. Fabre admet que la plante qui fait l'objet de sa Communication est totalement indemne de Phylloxera. Or il m'est arrivé, chez M. Fabre même, d'observer des nodosités sur les racines de cette plante (¹).

(¹) J'ai à ma disposition des individus âgés d'un an, de ce même *V. riparia*, dont les racines sont couvertes de grosses nodosités. Le nombre de ces dernières est certainement de plus de 100 par chaque plante.

J'ajouterai que la plante dont je parle et qui fait le sujet de la Note de M. Fabre n'est pas,

» ... L'Académie me permettra d'appeler son attention sur la phase nouvelle dans laquelle entre en ce moment la question des vignes américaines. Après avoir demandé d'abord des porte-greffes aux variétés américaines cultivées, les viticulteurs ont pris le parti d'en emprunter aux types sauvages dont ces variétés sont issues. Déjà en 1874, dans un travail inséré aux *Mémoires des Savants étrangers*, j'avais indiqué cette solution de la question. Elle est avantageuse à divers égards, mais comporte aussi des inconvénients. En effet, si d'un côté il est impossible de nier que certaines vignes sauvages de l'Amérique du Nord l'emportent réellement, pour la résistance et la vigueur, sur la plupart des variétés cultivées, d'un autre côté, il n'est pas moins certain que l'identité de ces plantes est extrêmement difficile à établir. Il n'y a aucun doute que l'Amérique ne verse bientôt sur notre marché un nombre considérable de ces formes sauvages, produits de croisements entre espèces et variétés, en même temps que d'une variation poussée à l'extrême. Parmi ces formes, un petit nombre seulement sera d'une distinction facile et partant d'une application certaine, tandis que la majorité n'offrira à l'acheteur aucune garantie de résistance, de reprise par bouture ou par greffe. »

M. E. Rodier adresse une Note sur les mouvements spontanés périodiques d'une plante aquatique submergée, le *Ceratophyllum demersum*.

(Commissaires : MM. Duchartre, Chatin.)

M. Mortimer-Granville appelle l'attention de l'Académie sur la nécessité d'effectuer régulièrement des analyses d'air, dans les mines de houille.

(Renvoi à la Commission nommée pour la question du grisou.)

M. Aymonet adresse une Note relative à la graduation du galvanomètre.

(Renvoi à l'examen de M. Desains.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie qu'un nouveau legs vient de lui être fait, par M. Maujean, pour la fondation d'un prix biennal.

(Renvoi à la Commission administrative.)

---

comme il le dit, un cépage appartenant à l'espèce *riparia* : c'est la forme mâle de cette espèce elle-même, le *V. riparia*, type de Michaux. Elle semble être assez répandue en Languedoc, depuis une année. Le Jardin botanique de Bordeaux et M. Henri Vilmorin en possèdent quatre exemplaires âgés de huit à dix ans.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète à l'Observatoire de Paris;* par M. **Paul Henry**, présentée par M. Yvon Villarceau.

	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Distance polaire.
1877. Nov. 5.......	8h20m	2h32m26s	72°45′
Mouvement diurne...........		— 54s	+ 4′

» La planète est de 10e,5 grandeur.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète à l'Observatoire de Pola;* par M. **Palisa**, communiquée par M. Yvon Villarceau.

	Temps moyen de Vienne.	Ascension droite.	Déclinaison.
1877. Nov. 6.......	12h	2h42m	+15°20′
Mouvement diurne......		— 1m	»

» La planète est de 11e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (125) *et* (176), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial du Jardin*); par MM. **Paul Henry** et **Prosper Henry**. (Présenté par M. Yvon Villarceau.)

Planète (125), Liberatrix.

1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	log. f. p.	Distance polaire.	log. f. p.	Étoiles de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Nov. 5..	9 17 47	2 43 10,43	»	80 3 43,9	»	*a*
8..	9 44 7	2 40 34,75	»	80 17 56,6	»	*a*

Planète (176), Paul Henry.

1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	log. f. p.	Distance polaire.	log. f. p.	Étoiles de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Nov. 5..	8 3 23	2 32 31,19	—($\bar{1}$,512)	72 44 30,1	—(0,727)	*b*
8..	8 35 18	2 29 55,33	—($\bar{1}$,426)	72 55 29,9	—(0,706)	*b*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1877,0.

Étoile de comp.	Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Réduction au jour.		Distance polaire.	Réduction au jour.	
		h m s	s	s	° ′ ″	s	s
a	657 Weisse IIh.	2 39 18,03	+4,48	+4,50	80 7 40,3	— 26,6	— 26,6
b	820 Weisse IIh.	2 35 11,05	+4,57	+4,57	72 45 59,1	— 26,9	— 27,0

M. **Yvon Villarceau** croit devoir faire remarquer que la planète *Liberatrix* a été retrouvée grâce à l'éphéméride préparée par M. Schuloff.

ASTRONOMIE. — *Nouveaux systèmes stellaires.* Note de M. C. FLAMMARION.

I. — ψ′ VERSEAU ET 2993 Σ.

« Chacune de ces étoiles est double. La première se compose d'une étoile de 4^e $\frac{1}{2}$ grandeur et d'une de 8^e $\frac{1}{2}$ grandeur, distantes de 49 secondes l'une de l'autre, et la seconde se compose d'une étoile de 7e grandeur et d'une de 8e grandeur, éloignées à 25 secondes d'écartement angulaire. L'un et l'autre couple garde ses composantes fixes depuis les premières observations de W. Herschel et W. Struve jusqu'à celles que j'ai faites cette année même. La distance de ψ′ à A 2993 est de $1^m 48^s$ en Æ et de $9' 57''$ en Ⓓ.

» Le mouvement propre de ψ′ peut être sûrement fixé, d'après la combinaison des meilleures déterminations [1] :

Æ $+ 0^s,028$; D. P. nul ou très-faible.

» William Struve a trouvé d'autre part, pour le mouvement séculaire du couple Σ 2993 : Δ Æ cos Ⓓ $+ 50'',3$ et Δ Ⓓ $- 3'',7$. Si nous ramenons l'Æ en arc de petit cercle pour sa distance polaire, et si nous exprimons le mouvement annuel, nous trouvons

Æ $+ 0^s,033$; D. P. $- 0'',037$.

» Le mouvement en Æ, bien supérieur à la moyenne des mouvements propres, paraît commun aux deux couples, et nous offre un nouvel exemple des systèmes stellaires. Cependant, comme une seule détermination n'est jamais suffisante, il serait bon de vérifier celle de Struve par une nouvelle.

II. — 9 ι ET 10 (3059 B. A. C.) GRANDE OURSE.

» Ces deux étoiles, de 3e et 4e grandeur, sont éloignées l'une de l'autre de $2^m 0^s$ en Æ et de $6° 15' 10''$ en Ⓓ. L'une et l'autre ont été observées depuis le temps de Flamsteed, Bradley et Piazzi, et la première est une des fondamentales de Greenwich. Le nombre considérable des observations faites sur chacune d'elles nous permet d'en déterminer le mouvement propre avec certitude. C'est ce que j'ai fait récemment, et la conclusion est que ces deux étoiles sont, malgré leur distance, associées dans un mouve-

---

[1] Voir Argelander, B.A.C., Main, Radcliffe, etc.

ment commun et rapide, fort supérieur à la moyenne des mouvements propres ordinaires. Les valeurs suivantes ressortent de l'ensemble des discussions :

	Æ	D.P.
	s	"
ι Grande Ourse.....	— 0,047	+ 0,28
10 »	— 0,040	+ 0,27

» C'est assurément là un système stellaire remarquable. Une particularité le rend plus intéressant encore. C'est que l'étoile ι est double, formée d'une étoile de 3e grandeur et d'une très-faible, de 12e, que sir John Herschel croyait briller peut-être d'une lumière réfléchie. A travers les irrégularités du mouvement relatif, dues à la difficulté des mesures, un déplacement rectiligne paraît très-probable. Ce déplacement n'est que de 0",05 par an, c'est-à-dire dix fois plus faible que le mouvement propre de ι, et d'ailleurs dans une tout autre direction. Ainsi le système est physique, mais rien ne prouve encore qu'il soit orbital, et c'est un cas analogue à celui de la 61e du Cygne.

» Il y a, à 50 secondes de temps à l'ouest, une étoile de 8e grandeur, qui peut servir de point de repère pour le mouvement propre de ι, car elle ne le partage pas.

III. — θ Grande Ourse et 1618 Groombridge.

» Je signalerai également à l'attention des astronomes la similitude de mouvement de ces deux étoiles. La première est de 3e grandeur et la seconde de 7e grandeur, et leur distance mutuelle est de 39 minutes en Æ et de 2°10' en ©. Le mouvement propre de θ est sûrement déterminé, sur un ensemble de près de deux siècles d'observations, et la valeur la plus probable est

$$Æ - 0^s,110; \quad D. P. + 0'',57.$$

» Celui de l'étoile 1618 Groombridge est indiqué par Quetelet (*Annuaire de l'Observatoire de Bruxelles* pour 1873), comme étant de

$$Æ - 0^s,139; \quad D. P. + 0'',50.$$

» Il serait intéressant de le voir confirmer, soit par l'achèvement des recherches entreprises à l'Observatoire de Bruxelles, soit par d'autres observations comparatives.

» Il y a lieu de remarquer, dans tous ces mouvements, l'angle qu'ils forment avec la perspective de notre propre déplacement dans l'espace.

Or le système de ψ' Verseau forme un angle de 26 degrés avec cette perspective, de sorte que la principale valeur de son mouvement doit être due au nôtre. Celui de ι Grande Ourse est précisément dans le même cas, et par conséquent dû aussi en grande partie à la perspective. Le troisième est aussi exactement dans le même cas. — Nous pouvons remarquer à ce propos que, dans cette dernière région du ciel, de VIII^h à XIII^h en Æ, et de 40 degrés à 55 degrés de D. P., il y a un véritable courant d'étoiles dérivant dans la direction précédente, tandis que, dans la Grande Ourse, les étoiles β, γ, δ, ε, ζ, g, h et $\varkappa^2$ Bouvier se dirigent vers le point du ciel où nous allons nous-mêmes, et non en sens contraire, mais avec une vitesse apparente beaucoup plus faible que les mouvements précédents. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur l'équation à dérivées partielles du troisième ordre exprimant que le problème des lignes géodésiques, considéré comme problème de Mécanique, admet une intégrale algébrique du troisième degré.* Note de M. **Maurice Lévy**.

« I. Bour, en developpant très-habilement, après M. Massieu, une pensée due à M. Bertrand (1), a indiqué le moyen de reconnaître, toutes les fois que le carré de l'élément linéaire d'une surface est mis sous la forme

$$ds^2 = 4\lambda\, dx\, dy,$$

à quelle condition le problème du mouvement d'un point matériel sur cette surface, la fonction des forces étant supposée nulle, admet une intégrale algébrique par rapport aux composantes de la vitesse du mobile (2).

» Cette condition consiste en ce que la fonction λ ou une fonction auxiliaire L, introduite par Bour et définie par la relation $\lambda = \frac{d^2 L}{dx\, dy}$, doit satisfaire à une équation à dérivées partielles d'un ordre d'autant plus élevé que le degré de l'intégrale algébrique supposée est lui-même plus élevé.

» On reconnaît ainsi que les seules surfaces pour lesquelles le problème des lignes géodésiques admet une intégrale algébrique du premier degré sont celles applicables sur une surface de révolution, et que les seules pour lesquelles il admet une intégrale algébrique du second degré sont les surfaces qu'avait déjà rencontrées M. Liouville dans ses célèbres Mémoires

(1) *Journal de l'École Polytechnique*, XXXIXe Cahier, p. 176.
(2) *Journal de Liouville*, 1857.

sur quelques cas particuliers où les équations de la Dynamique peuvent être intégrées.

» Dès qu'on arrive aux intégrales algébriques d'un degré supérieur au second, les équations aux dérivées partielles en L sont du troisième ordre ou d'ordres plus élevés.

» Ces équations, Bour n'a fait aucune tentative pour les intégrer, et, en effet, leur intégration complète paraît devoir être bien au-dessus des moyens actuels de l'Analyse; mais elles présentent une circonstance extrêmement digne d'attention : c'est que toutes, quelque élevé qu'en soit l'ordre, admettent des intégrales intermédiaires *particulières* de tous les ordres inférieurs au leur propre, et par ces mots : *intégrales particulières*, nous entendons, non pas de simples combinaisons intégrables comme celles dont, par une très-belle extension des méthodes de Monge et d'Ampère, M. Darboux a appris à reconnaître l'existence, mais des équations à dérivées partielles dont la solution générale appartient *tout entière*, et dont, par suite, toute solution particulière appartient aussi à l'équation d'ordre plus élevé qui leur a donné naissance, tandis que les combinaisons intégrables (autres que celles du premier ordre considérées par Ampère) n'ont, en commun, avec les équations à dérivées partielles dont elles proviennent, qu'*une* de leurs intégrales particulières.

» Je vais, dans cette Communication, vérifier le fait sur l'équation à dérivées partielles du troisième ordre exprimant la condition pour que le problème des lignes géodésiques admette une intégrale algébrique du troisième degré.

» Cette équation donnée par Bour, étant développée, peut s'écrire ainsi :

$$(1) \qquad sR_3 + rR_2 + tR_1 + sR_0 = 0.$$

en désignant, pour abréger, par r, s, t les trois dérivées du second ordre et par R_3, R_2, R_1, R_0 les quatre dérivées du troisième ordre de la fonction inconnue L.

» On vérifie de suite que cette équation admet, comme intégrale particulière, l'intégrale générale de l'équation du premier ordre $p + q = 0$. Cela, toutefois, n'apprendrait rien d'intéressant et ne fournirait que les surfaces applicables sur une surface de révolution. Mais je dis qu'elle admet aussi, comme solution particulière, l'intégrale générale d'une certaine équation à dérivées partielles du second ordre, de la forme

$$(2) \qquad V\left(\frac{r}{s}, \frac{t}{s}\right) = 0,$$

ne renfermant que les trois lettres r, s, t et homogène.

» En effet, différentions cette équation par rapport à x et à y.

» En posant, pour abréger, $\frac{r}{s} = \rho$, $\frac{t}{s} = \tau$, et désignant par V_ρ et V_τ les deux dérivées partielles de V par rapport à ρ et τ, il viendra

$$(3) \qquad \begin{cases} V_\rho R_3 - (\rho V_\rho + \tau V_\tau) R_2 + V_\tau R_1 = 0, \\ V_\rho R_2 - (\rho V_\rho + \tau V_\tau) R_1 + V_\tau R_0 = 0. \end{cases}$$

» Pour que l'intégrale générale de l'équation (2) appartienne *tout entière* à la proposée (1), il faut nécessairement que celle-ci soit simplement une combinaison des deux équations (3).

» Cela exige qu'en tirant R_0 et R_3 de ces deux dernières, et portant leurs valeurs dans l'équation (1), celle-ci devienne identique ([1]); il faut pour cela que l'on ait simultanément

$$V_\rho^2 - 2\rho V_\rho V_\tau - \tau V_\tau^2 = 0,$$
$$V_\tau^2 - 2\tau V_\rho V_\tau - \rho V_\rho^2 = 0,$$

ou

$$(3\ bis) \qquad \frac{V_\rho}{V_\tau} = \frac{1 - \tau\rho}{2(\tau + \rho^2)} = \frac{2(\rho + \tau^2)}{1 - \tau\rho}.$$

» Pour que cette équation multiple soit possible, il faut d'abord que ses deux derniers membres soient égaux, c'est-à-dire que l'on ait

$$(4) \qquad 4(\rho + \tau^2)(\tau + \rho^2) - (1 - \tau\rho)^2 = 0,$$

soit identiquement, soit en vertu de l'équation $V = 0$. Comme elle n'est pas identique, il faut qu'elle soit équivalente à $V = 0$; en d'autres termes, si la fonction V existe, elle ne peut qu'être égale au premier membre de l'équation (4). Faisons donc

$$(5) \qquad V = 4(\rho + \tau^2)(\tau + \rho^2) - (1 - \tau\rho)^2;$$

alors les deux derniers membres des équations (3) sont bien égaux, mais il faut que la valeur du rapport $\frac{V_\rho}{V_\tau}$, tirée de l'équation (5), soit la même que celle fournie par les équations (3 *bis*). Or, on vérifie sans difficulté que c'est en effet *ce qui se trouve avoir lieu*, en vertu de l'équation (4) elle-même.

([1]) Pour que l'équation (2) admît seulement avec l'équation (1) une solution commune renfermant *une* fonction arbitraire, il faudrait, avec M. Darboux, différentier *deux* fois l'équation (2), *une* fois la proposée, ce qui donnerait cinq équations entre les cinq dérivées partielles du quatrième ordre, et exprimer que ces cinq équations linéaires se réduisent à quatre.

» Cette équation peut, comme on sait, être rendue linéaire par la méthode de Legendre. L'équation de chacune de ses caractéristiques admet une combinaison intégrable qu'on obtient par simple quadrature (par l'intégration d'une équation différentielle homogène).

» Chacune de ces combinaisons répond à une solution particulière de l'équation du troisième ordre proposée, contenant une fonction et une constante arbitraire.

» Les calculs qui fournissent ces combinaisons intégrables sont compliqués en ce qu'ils exigent la résolution d'une équation du troisième degré; mais on peut les effectuer sans difficulté. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'évolution des globules rouges dans le sang des vertébrés ovipares.* Note de M. G. **Hayem**, présentée par M. Vulpian.

« Le sang des vertébrés ovipares (oiseaux, reptiles, batraciens, poissons) contient d'une manière constante des cellules incolores différant essentiellement des globules blancs. Ces éléments, en se développant progressivement, deviennent des globules rouges parfaits, et, pour cette raison, je propose de les désigner sous le nom d'*hématoblastes*.

» J'ai constaté leur présence chez tous les vertébrés ovipares que j'ai examinés (divers oiseaux, tortue, lézard, couleuvre, grenouille, crapaud, triton, axolotl, divers poissons). On les trouve également dans le sang du têtard de la grenouille, où ils offrent les mêmes caractères que chez l'animal adulte.

» Dans leurs transformations successives, les hématoblastes passent par deux phases principales. A un premier degré de développement, ils sont constitués par des éléments pâles et délicats, qu'il est difficile de distinguer des globules blancs. Ils en diffèrent dans le sang pur, par la transparence et la faible réfringence de leur protoplasma; par la viscosité de ce protoplasma, propriété qui les fait adhérer entre eux et former des amas quelquefois considérables auxquels viennent s'accrocher des globules rouges en dessinant une sorte de rosace; par leur forme en général un peu anguleuse ou allongée, surtout chez les oiseaux, où ces éléments ressemblent à une virgule; par leur noyau toujours unique et plus net que le corps de l'élément, ce qui est l'inverse de ce qu'on observe dans les globules blancs; par les caractères de ce noyau, variables suivant l'animal qui fournit le sang, mais toujours les mêmes que ceux des noyaux des globules rouges

adultes, avec cette différence cependant que les noyaux des hématoblastes sont parfois un peu plus gros et souvent plus allongés.

» Dans une seconde phase de développement, la plaque protoplasmique prend de plus en plus nettement l'apparence d'un petit disque, les éléments perdent leur viscosité; ils se présentent avec des caractères peu différents d'un animal à l'autre, et qui ont été parfaitement décrits par M. Vulpian, d'après le sang des grenouilles devenues anémiques à la suite d'une hémorrhagie considérable, condition dans laquelle ces éléments deviennent remarquablement abondants (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 4 juin 1877).

» Les hématoblastes sont alors constitués par un petit disque mince et transparent, mais déjà notablement plus sombre que dans les éléments précédemment décrits, et par un noyau semblable à celui des globules rouges, noyau qui produit sur les deux faces du disque une saillie notable quand l'élément est vu de champ.

» Dans les formes encore peu développées, le disque dessine un très-mince anneau autour du noyau, et l'élément entier est arrondi, surtout si le noyau est rond, mais souvent ces petits hématoblastes ont déjà une forme allongée. Plus tard le disque se développe, soit régulièrement, en prenant immédiatement une forme semblable à celle des rouges adultes, soit plus irrégulièrement, en offrant d'abord une forme variée, rappelant tantôt celle d'un fuseau ou d'un bâtonnet, tantôt celle d'un corpuscule arrondi, ou celle d'une feuille, d'un petit pendule, d'une raquette, etc., puis les éléments ressemblent de plus en plus à un globule rouge adulte.

» Le disque est quelquefois, comme l'a vu M. Vulpian, composé de deux parties distinctes : une centrale, claire et granuleuse, formant autour du noyau une zone étroite dont on retrouve souvent les traces sur l'élément adulte; une autre périphérique, plus homogène, destinée à s'imprégner bientôt d'hémoglobine. L'apparition de cette matière colorante caractéristique a lieu souvent avant que l'élément ait terminé son évolution, et l'on voit alors dans le sang quelques globules rouges conservant encore les formes pointues des hématoblastes.

» Les dimensions des hématoblastes varient nécessairement suivant le degré de développement des éléments; celles de leur noyau sont d'un animal à l'autre en rapport avec le volume du noyau des globules rouges.

» Examinés dans la chambre humide, les hématoblastes, isolés ou réunis en amas, ne tardent pas, pour la plupart, à se déformer lentement; mais ces déformations ne me paraissent pas constituer, comme celles des leucocytes,

de véritables mouvements amiboïdes; elles représentent plutôt les phases successives d'une sorte de destruction cadavérique.

» Au bout de quelques heures la plupart des hématoblastes, n'ayant pas encore dépassé leur première phase de développement, ne sont plus représentés que par des noyaux retenant autour d'eux quelques traînées irrégulières d'une substance pâle et finement granuleuse; ceux qui ont atteint leur seconde phase de développement sont en général plus résistants.

» Tous les réactifs qu'on peut employer dans l'étude du sang (eau, acide acétique, sérum iodé, sérum au sulfate de soude, etc.) agissent sur les hématoblastes à peu près comme sur les globules rouges adultes; ils ne produisent jamais d'effets analogues à ceux qui caractérisent les leucocytes.

» Dans les préparations de sang faites par dessiccation rapide, on trouve des hématoblastes (même très-petits et par groupes) qui se sont comportés, en se desséchant, comme des globules rouges. Ils sont presque tous manifestement colorés, ce qui semble indiquer que, malgré leur absence de couleur dans le sang humide, ils contiennent déjà une certaine quantité d'hémoglobine (1).

» Pour apprécier la proportion de ces éléments, j'en ai fait le dénombrement dans le sang normal chez plusieurs animaux des diverses classes d'ovipares. J'ai vu ainsi que les hématoblastes sont rarement moins nombreux que les leucocytes et que souvent, au contraire, ils sont près de deux fois aussi abondants que ces éléments. Par rapport aux globules rouges, on en compte environ $\frac{1}{100}$ chez les oiseaux, $\frac{1}{40}$ chez la couleuvre à collier, $\frac{1}{60}$ chez la tortue grecque, $\frac{1}{80}$ chez les grenouilles, verte et rousse.

» On voit donc que les hématoblastes constituent un élément important du sang normal.

» En résumé, nous pensons que les globules rouges nucléés des vertébrés ovipares proviennent d'un élément particulier qui, dès ses premières phases de développement, est distinct des globules blancs.

» Ceux-ci restent étrangers à la formation des globules rouges, aussi bien chez les vertébrés ovipares que chez les animaux supérieurs; mais, tandis que chez ces derniers les globules rouges de nouvelle formation sont colorés quelle que soit leur exiguïté, chez les ovipares les globules embryonnaires sont tout d'abord dépourvus d'hémoglobine. »

---

(1) Ce point reste douteux, parce que, dans une préparation de sang desséché, il se fait toujours une destruction d'un certain nombre d'éléments colorés dont l'hémoglobine peut imprégner les éléments incolores.

BOTANIQUE. — *Sur les tavelures et les crevasses des poires.* Note de M. Ed. Prillieux, présentée par M. Duchartre.

« On voit souvent dans les jardins des poires qui, au lieu de se développer régulièrement, se montrent couvertes de taches noirâtres, grossissent inégalement, se gercent et se crevassent; des fentes plus ou moins profondes et larges s'y produisent dans diverses directions, et pénètrent dans l'intérieur des fruits qui pourrissent ou se dessèchent selon que la saison est humide ou sèche.

» Des taches noires précèdent la formation des crevasses. Ces taches reçoivent des jardiniers des environs de Paris le nom de *tavelures;* les poires marquées de tavelures sont dites *poires tavelées.*

» Les diverses variétés de poires ne sont pas également exposées à la tavelure: le Doyenné d'hiver en souffre plus généralement et plus fortement que toutes les autres.

» Les saisons humides favorisent le développement de la tavelure. Les arbres abrités contre les pluies par des murs y sont moins exposés que les quenouilles, et les espaliers exposés à l'ouest ou au sud-ouest ont toujours plus à en souffrir que ceux qui regardent le levant. Indépendamment des conditions extérieures, des arbres placés dans les mêmes circonstances sont parfois diversement atteints. J'ai chez moi des quenouilles de Doyenné d'hiver et de Saint-Michel, dont tous les ans les fruits sont tavelés et crevassés, tandis que des quenouilles voisines et de même variété produisent des récoltes passables.

» Si l'on suit la formation des larges crevasses qui pénètrent jusqu'au cœur d'une poire, on s'assure qu'elles sont toujours précédées de tavelures. Ces tavelures sont dues à l'altération des couches superficielles du fruit, dont les cellules sont tuées et contiennent alors une matière brunâtre, tandis que, dans les assises correspondantes d'une partie saine, les cellules contiennent de la chlorophylle et un liquide transparent. Sur un fruit où le mal ne fait qu'apparaître, les taches sont moins marquées et paraissent couvertes d'une poudre d'un brun foncé qui ressemble assez à de la suie. Ces taches noirâtres et pulvérulentes se montrent non-seulement sur les fruits, mais aussi sur les feuilles et les jeunes pousses. Toutes sont dues au développement d'un même petit Champignon parasite, dont les filaments fructifères et les spores nombreuses produisent cet aspect pulvérulent.

» En enlevant un lambeau de l'épiderme d'une feuille sur une place

tachée de noir, on voit aisément les filaments fructifères se dressant perpendiculairement à la surface; ces filaments sont presque toujours simples, à peu près cylindriques, mais de forme peu régulière et comme noueux. Ils offrent, sur les côtés, des points saillants où étaient attachées les spores, formées les premières, et qui se sont déjà détachées. On ne voit, sur chaque filament, qu'une seule spore, plus ou moins avancée dans son développement, mais non entièrement mûre, insérée près du sommet, un peu sur le côté. Le filament croît par son extrémité, formant successivement des spores assez nombreuses (souvent plus de vingt-cinq) qui tombent l'une après l'autre à leur maturité. Ces spores sont ovales, allongées et en pointe aux deux bouts; elles sont d'une couleur brun olivâtre, plus claire que celle des filaments fructifères qui sont presque noirs. Elles germent très-facilement; placées dans l'eau sur une plaque de verre, chacune d'elles produit, au bout de quelques heures, un tube qui sort d'un point plus rapproché de leur base que de leur sommet, s'allonge et parfois se ramifie. Si la germination se fait sur une feuille, le tube, après avoir rampé plus ou moins à sa surface, perce une cellule de l'épiderme et pénètre à son intérieur. La cellule percée brunit ainsi que les cellules voisines, et le tube, en s'allongeant et se ramifiant, forme un mycélium qui ne tarde pas à causer la mort des cellules au milieu desquelles il s'étend.

» Les filaments du mycélium s'étendent plus ou moins loin dans les tissus, puis se renflent à leur extrémité et se divisent à des cloisons, de façon à former des cellules courtes, qui se divisant à leur tour en produisent d'autres semblables, et qui sont de même à peu près égales dans tous les sens. Ainsi se forment, au milieu des assises superficielles des feuilles et des fruits tavelés, des amas de petites cellules noirâtres, d'où naissent les filaments sporifères. Ces filaments sporifères ne sont que des prolongements de ces cellules; ils se produisent sur la face externe de celles-ci, se dressent perpendiculairement à la surface de l'organe tavelé, et, poussant toujours par leur extrémité supérieure, portent successivement les spores à une distance de plus en plus grande de leur base.

» Le Champignon dont il s'agit a été déjà observé sur les feuilles des Poiriers, par Desmazières, qui a reconnu en lui le *Cladosporium dendriticum* Wallr., découvert par Wallroth sur les feuilles des Pommiers.

» Ce *Cladosporium* agit de la même façon sur les organes divers où il se développe : il tue les tissus superficiels dans lesquels s'étend son mycélium. Mais les dommages qu'il cause ne sont pas partout les mêmes. Sur les feuilles, les places tuées se dessèchent; mais, comme elles sont peu

étendues, et que tout autour le tissu reste vivant et sain, la vie de ces feuilles en est peu altérée.

» Sur les fruits, la croissance est arrêtée dans les couches superficielles, tandis que l'intérieur continue de se développer; dès lors le fruit se déforme, ses parties mortes, fortement distendues, craquent, et il s'y produit des fentes qui pénètrent jusqu'aux parties saines. Quand ces fentes ne sont pas très-grandes, elles peuvent se cicatriser et se combler par une formation de périderme : alors le fruit n'est que galeux; sinon les crevasses s'étendent, se creusent, et le fruit est perdu. Sur les scions tavelés, l'altération est assez semblable à celle des fruits; mais, la croissance des parties profondes étant moindre, il ne se forme pas de grandes crevasses. Il se produit, au-dessous des tissus noircis des tavelures, du périderme cicatriciel; la surface des rameaux atteints est inégale et rugueuse, les couches externes de l'écorce se gercent, se désorganisent et laissent à nu les parties profondes.

» L'existence du *Cladosporium dendriticum* sur les rameaux explique pourquoi certains arbres donnent tous les ans des fruits tavelés; elle pourrait aussi expliquer que la tavelure se propage souvent par la greffe chez les pépiniéristes où les arbres, sur lesquels on prend les scions destinés à être greffés, sont atteints par le *Cladosporium*. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les variations semi-diurnes du baromètre.* Note de M. H. de Parville.

« Nous avons montré, dans une précédente Note, que les variations barométriques ne présentaient pas partout dans la zone équatoriale la régularité que l'on est tenté de leur attribuer généralement [1]. Essayons maintenant de rechercher la cause probable de la variation semi-diurne. On en a donné jusqu'ici plusieurs explications qui ne s'accordent pas trèsbien avec les détails du phénomène [2]. Kaëmtz rend compte de la variation par l'action calorifique du Soleil qui détermine un courant d'air ascendant : c'est la théorie la plus généralement admise. Cependant M. Faye,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 787.

([2]) La variation semi-diurne avait été pressentie dès 1666 par Beale ; mais, comme le faisait remarquer justement, dans un récent travail, M. de la Gournerie [*Expédition du Pérou* (*Comptes rendus*, n° 8, août 1877)], il est vraisemblable que c'est un Français, Godin, qui les observa le premier à Guayaquil et à Quito.

dont on ne saurait trop invoquer la haute autorité en pareille matière, disait récemment : « Si le vaste tirage équatorial dont on parle si souvent existait, il y aurait un seul maximum et un seul minimum journaliers [1]. » M. E. Liais a écrit de son côté : « L'hypothèse de M. Kaëmtz ne peut rendre compte que d'un seul maximum et d'un seul minimum par jour [2]. » Aussi M. Faye, modifiant l'ancienne théorie de Deluc, attribue à la vapeur d'eau atmosphérique la variation semi-diurne. C'est la vapeur qui, en s'élevant sous l'action solaire, produit le minimum diurne ; c'est la vapeur d'eau qui, en se condensant, à la fin de la nuit, engendre le minimum nocturne.

» Déjà M. Liais avait proposé une explication semblable. Le maximum du soir résulterait, pour lui, de la descente de la vapeur d'eau des hautes régions ; le minimum de la nuit de la condensation de cette même vapeur. Cette nouvelle théorie, qui paraît très-rationnelle de prime abord, est cependant sujette à objections.

» La vapeur d'eau rend, pendant la nuit, une partie du travail de la radiation solaire pendant le jour. Il doit bien en être ainsi effectivement, mais, si cette cause était la seule qui fût en jeu, le travail nocturne serait d'autant plus considérable que l'action calorifique du Soleil a été elle-même plus grande pendant le jour. La période de nuit serait, en général, d'autant plus accentuée que le serait la période de jour. L'observation ne confirme nullement cette manière de voir. En mer, au large, la variation semi-diurne existe ; on ne comprend pas très-bien qu'au-dessus d'une masse d'eau dont la température reste constante il puisse y avoir condensation énergique dans les basses régions, et par conséquent minimum à la fin de la nuit. Il est à remarquer que, dans cet ordre d'idées, les maximum et minimum de nuit ne peuvent résulter que des écarts de température nocturnes ; or c'est sous l'équateur que ces écarts sont les plus faibles ; par suite, l'amplitude de la variation nocturne devrait être minimum dans cette zone ; elle atteint au contraire, sa plus grande valeur, et va en diminuant très-sensiblement avec la distance à l'équateur, au fur et à mesure que l'écart des températures augmente.

» Si c'était la vapeur d'eau qui produisît réellement les variations semi-diurnes sur les plateaux élevés, les heures tropiques de nuit devraient être en avance sur les heures tropiques au bord de la mer ; on n'a pas

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 405 ; 1877.
(2) *Théorie des oscillations barométriques*.

constaté cette avance. Si c'était la vapeur d'eau qui fût la cause du phénomène, on ne comprendrait pas pourquoi, au sommet des pentes abruptes, la variation est renversée, et pourquoi le baromètre monte au lieu de descendre. Pendant la saison des pluies (mai à novembre), l'écart des températures est sensiblement augmenté, bien que le Soleil passe au zénith, et cependant l'amplitude de la variation diminue.

» D'ailleurs il n'est pas démontré que la condensation de la vapeur d'eau joue un rôle considérable dans le mécanisme de la variation de pression. Si elle exerçait une action notable sur le baromètre, comme on l'a prétendu, ne serait-ce pas sous l'équateur, où les pluies sont diluviennes pendant des semaines entières, que les variations barométriques devraient être le plus accusées? Et l'on sait bien qu'elles y atteignent, au contraire, leur minimum d'amplitude. On peut donc hésiter, après ces quelques remarques, à attribuer une influence prépondérante à la vapeur d'eau dans la production des variations barométriques [1].

» Au surplus, dans la théorie de Kaëmtz comme dans la nouvelle hypothèse, on n'explique pas du tout pourquoi les maxima et les minima tombent toujours précisément vers 10 heures et vers 4 heures, alors même que les températures diurnes les plus basses ou les plus élevées s'écartent souvent des heures tropiques. »

M. E. Maumené adresse une Note sur les quantités de chaleur dégagées dans les mélanges d'acide sulfurique et d'eau.

L'auteur rappelle, à propos de la Note adressée à l'Académie par M. Croullebois, et de la Note de M. Berthelot qui l'a suivie, les faits qu'il avait lui-même communiqués antérieurement à l'Académie [2]. D'après M. Maumené, l'acide sulfurique récemment chauffé ne dégage pas avec l'eau la même quantité de chaleur qu'un acide identique conservé depuis plusieurs mois. Le phénomène que M. Maumené désigne, en général, sous le nom de *trempe des liquides*, lui paraît devoir introduire dans toutes les recherches de Thermochimie une cause d'erreur, dont on n'a pas tenu compte.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

---

[1] Depuis longtemps Saigey a repoussé l'action de la condensation de la vapeur d'eau sur le baromètre.

[2] 4 octobre 1875 et 14 février 1876.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 NOVEMBRE 1877.

Canal interocéanique 1876-1877. *Rapport sur les études de la Commission internationale d'exploration de l'isthme de Darien; par* Lucien-N.-B. WYSE, lieutenant de vaisseau, avec une carte photographiée et collée sur toile. Paris, Chaix et Cie, 1877; in-4°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section des Lettres; t. VI, IIe fascicule, année 1876; *Mémoires de la Section des Sciences;* t. IX, 1er fascicule, année 1876. Montpellier, Boehm et fils, 1877; 2 vol. in-4°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France. Compte rendu mensuel, rédigé par M. J.-A. BARRAL; t. XXXVI, année 1876. Paris, Bouchard-Huzard, 1876; in-8°.

Mémoires de la Société dunkerquoise, 1874-1875; XIXe volume. Dunkerque, typogr. B. Kien, 1876; in-8°.

Les eaux potables, causes des maladies épidémiques; par E.-V. RENOIR. Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-8°. (Renvoi au Concours Bréant, 1878.)

Description anatomique d'un nouveau cas d'hétéradelphie (Hétéradelphe de Vervins); par H. GERVAIS. Paris, A. Bertrand, 1877; in-8°. (Présenté par M. Vulpian, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

De l'emploi de sulfate d'atropine contre les sueurs pathologiques; par J. ROYET. Paris, O. Doin, 1877; br. in-8°.

Rapport sur les procédés de régénération du bioxyde de manganèse dans la fabrication du chlore et sur les titres de M. W. Weldon à la grande médaille de Lavoisier; par M. A. LAMY. Paris, Bouchard-Huzard, 1877; br. in-4°.

Rapport présenté au Conseil central d'hygiène publique et de salubrité, à l'occasion des plaintes formulées par des habitants du Petit-Quevilly contre la fabrique de produits chimiques de la Société Malétra et Cie; par M. J. GIRARDIN. Rouen, impr. H. Boissel, 1877; br. in-8°.

Rapport, au nom de la Section des Sciences physiques et naturelles, par M. J. GIRARDIN, *sur le procédé d'épaillage chimique des tissus de laine employé par Joly d'Elbeuf.* Rouen, H. Lecerf 1877; br. in-8°.

La feuille florale et le filet staminal; par M. D. Clos. Toulouse, impr. Douladoure, 1877; br. in-8°.

Sullo sviluppo in serie delle radici di un' equazione algebrica di grado qualunque. Memoria del Dre D. Amanzio. Napoli, tipogr. de M. de Rubertis, 1877; in-4°.

Della rotazione dei corpi liberi. Memoria seconda di F. Siacci. Napoli, tipogr. M. de Rubertis, 1877; in-4°.

Annalen der K. K. Sternwarte in Wien; dritter Folge, sechsundzwanzigster Band, Jahrgang 1876. Wien, 1877; in-8°.

Mémoires de l'Université néo-russe; t. XIV. Odessa, 1876; in-8° (en langue russe).

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. XXIV, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1877; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 NOVEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* G.-B. Airy), *et à l'Observatoire de Paris, pendant le troisième trimestre de l'année* 1877; communiquées par M. Yvon Villarceau.

Dates. 1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(119) Althæa (1).			
Juill. 11	12h 8m 51s	19h 19m 28s,55	−0s,64	102° 31′ 41″,2	−115″,3	Greenwich.
12	12 3 56	19 18 29,37	−4,49	102 33 38,1	−95,8	Greenwich.
			(2) Pallas.			
Juill. 20	11 13 35	18 59 32,40	−0,75	69 51 19,2	−2,0	Greenwich.
24	10 54 53	18 56 33,67	−0,78	70 20 21,2	−1,0	Greenwich.
26	10 36 17	18 55 8,82	−0,40	70 36 8,1	−1,3	Paris.
30	10 17 52	18 52 26,73	−0,44	71 10 19,4	+0,7	Paris.

(1) On n'a pu s'assurer si aucune de ces deux observations se rapporte à la planète.

Dates. 1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Juill. 31	10 13 18	18 51 48,33	— 0,37	71 19 18,0	— 2,3	Paris.
Août 2	10 4 12	18 50 33,97	— 0,43	71 37 56,2	0,0	Paris.
3	9 59 41	18 49 58,29	— 0,33	71 47 29,8	0,0	Paris.
4	9 55 10	18 49 23,19	— 0,61	71 57 12,6	— 1,0	Paris.

(43) Ariadne.

Juill. 20	12 33 8	20 19 18,98	— 9,14	104 59 22,6	+ 29,5	Greenwich.
26	11 54 27	20 13 31,67	— 9,06	105 2 54,0	+ 27,1	Paris.
30	11 34 58	20 9 45,43	— 9,06	105 6 26,4	+ 28,8	Paris.
31	11 30 8	20 8 50,75	— 8,82	105 7 24,3	+ 27,6	Paris.
Août 2	11 20 29	20 7 3,41	— 8,93	105 9 31,5	+ 30,4	Paris.
3	11 15 41	20 6 11,42	— 8,82	105 10 32,1	+ 26,1	Paris.
4	11 10 54	20 5 20,46	— 8,84	105 11 41,7	+ 29,5	Paris.
15	10 29 19	19 57 39,73		105 24 10,9		Greenwich.
23	9 45 25	19 54 31,08		105 31 53,2		Paris.
27	9 28 59	19 53 48,57		105 35 8,1		Paris.
28	9 24 57	19 53 43,36		105 35 47,6		Paris.
29	9 20 59	19 53 40,70		105 36 26,9		Paris.

(1) Cérès.

Juill. 24	13 7 5	21 9 7,01	+ 5,76	118 47 13,6	— 16,1	Greenwich.
Août 15	11 21 5	20 49 43,50	+ 5,78	120 39 31,2	— 10,2	Greenwich.
16	11 16 19	20 48 43,63	+ 5,51	120 42 49,1	— 15,9	Greenwich.
22	10 47 57	20 43 56,85	+ 5,69	120 59 38,2	— 16,2	Greenwich.
23	10 33 58	20 43 12,67	+ 5,83	121 1 57,4	— 8,8	Paris.
23	10 43 17	20 43 12,49	+ 5,94	121 1 56,2	— 10,8	Greenwich.
27	10 15 27	20 40 24,83	+ 5,70	121 9 10,3	— 6,1	Paris.

(24) Thémis.

Juill. 30	11 40 50	20 15 37,81	— 0,09	110 57 56,1	+ 0,4	Paris.
31	11 36 7	20 14 50,97	0,00	111 0 20,3	— 1,8	Paris.
Août 2	11 26 42	20 13 17,75	— 0,17	111 5 8,2	0,0	Paris.
4	11 17 19	20 11 46,35	+ 0,12	111 9 43,3	— 1,5	Paris.

(35) Leucothæa.

Sept. 4	10 56 51	21 53 27,76	— 2,50	108 15 48,9	+ 8,3	Paris.

(4) Vesta.

Sept. 7	12 59 15	23 58 41,11	+ 0,78	102 28 47,4	— 7,4	Greenwich.

Dates. 1877.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(134) Sophrosyne.			
Sept. 28	10h 37m 6s	23h 8m 17s,22	−78s,67	92° 28′ 25″,9	+836″,9	Paris.
29	10 32 17	23 7 23,40	−78,50	92 29 2,3	+837,7	Paris.
			(90) Antopie.			
Sept. 28	10 39 48	23 10 59,70	+ 5,06	98 58 26,9	− 32,5	Paris.
29	10 35 16	23 10 23,32	+ 5,02	99 1 23,3	− 32,9	Paris.
			(108) Hécube.			
Sept. 28	10 53 8	23 24 21,59	− 8,93	93 33 32,8	+ 66,9	Paris.
29	10 48 33	23 23 42,01	− 8,59	93 37 2,1	+ 76,7	Paris.

» Les comparaisons de Pallas, Cérès et Vesta se rapportent aux Éphémérides du *Nautical Almanac;* toutes les autres se rapportent aux Éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites, à Paris, par MM. Périgaud et Callandreau. »

THERMOCHIMIE. — *Nouvelles remarques sur les quantités de chaleur dégagées par le mélange de l'eau avec l'acide sulfurique.* Note de M. **Berthelot**.

« Les propriétés de l'acide sulfurique sont toujours les mêmes, et il dégage des quantités de chaleur identiques, soit qu'il ait été récemment chauffé, soit qu'il ait été conservé depuis un temps considérable. J'ai constaté ce fait avec précision à deux reprises, en 1871 et 1874, ayant été conduit à l'examiner dans le cours d'autres recherches. Pour m'en référer à des mesures calorimétriques rigoureuses, sans l'appui desquelles il ne convient pas de parler de semblables questions, voici les nombres que j'ai obtenus en faisant agir 1 partie d'acide sulfurique bouilli (lequel renfermait à peu près 98 centièmes d'acide réel) sur 70 parties d'eau :

Acide conservé depuis plusieurs années, a dégagé à		22°....	168cal,2
Acide conservé depuis un mois,	»	20....	167,0
Acide chauffé tout récemment à l'ébullition,	»	17....	166,6

» Les différences entre ces nombres sont très-petites; elles seraient encore atténuées, si l'on rapportait les résultats à une même température, soit pour 22 degrés :

168,2; 167,7; 168,3.

» J'ai constaté, en outre, que les dissolutions ainsi obtenues dégagent, en s'unissant avec les bases, exactement la même quantité de chaleur, que l'acide ait été récemment chauffé et récemment dissous, ou sa dissolution conservée depuis un temps très-long :

» SO^4H ($49^{gr} = 2^{lit}$) + AzH^3 ($17^{gr} = 1^{lit}$), à 22°, ont dégagé :

	Cal
Acide récemment chauffé et récemment dissous	+14,56
Acide dissous depuis douze ans	+14,54

» Les expériences que je viens de citer sont l'application d'une méthode générale employée en Thermochimie pour étudier les transformations lentes, qui se produisent sous l'influence du temps ou de la chaleur, dans les corps solides, liquides ou gazeux : telles que la destruction spontanée de l'ozone gazeux, les changements produits soit par le temps, soit par la chaleur dans les sels ferriques dissous (¹), la métamorphose progressive du bisulfate de potasse anhydre dans ses dissolutions (²), la séparation spontanée du phosphate d'ammoniaque tribasique dissous en phosphate bibasique et ammoniaque libre (³), les changements progressifs des précipités, ceux d'un corps récemment fondu et solidifié, pareil à l'hydrate de chloral, etc. (⁴). Cette méthode, dont la portée et la rigueur ne semblent pas encore suffisamment connues, consiste à ramener les divers systèmes dont on étudie les changements à un même état final, strictement défini et démontré identique par des mesures thermiques. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Résumé d'une histoire de la matière* (cinquième article). Note de M. E. Chevreul.

« Dans le *Résumé de l'histoire de la matière*, c'est après réflexion que j'ai interrompu l'ordre chronologique, pour ne parler de Jean Rey, de Jean Mayow et d'Étienne Hales qu'après Lavoisier, pensant que, si les écrits des deux premiers surtout n'avaient pas frappé l'attention de leurs contemporains comme ils l'auraient dû, parler d'eux après la première *théorie chimique* de la combustion serait dans l'intérêt de ces hommes vraiment distin-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXX, p. 171 et suivantes.
(²) Même Recueil, p. 444.
(³) Même Recueil, 5ᵉ série, t. IX, p. 29.
(⁴) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 648.

gués, et qu'en même temps ce serait une occasion de faire quelques réflexions sur les jugements du public.

» Jean Rey naquit dans le XVI[e] siècle et mourut en 1645. Il publia en 1630, sous le titre d'*Essays*, un Livre aussi original que précis sur la *pesanteur de l'air*, en réponse à une question que lui avait adressée un apothicaire de Bergerac, du nom de Brun. Cette question concernait l'observation de l'augmentation de poids que différents métaux acquièrent par la calcination. Jean Rey répondit qu'elle tenait à la pesanteur de *l'air*, qui sous l'influence de la chaleur s'épaississait sur le métal, réponse vraie pour la portion de l'air que nous nommons aujourd'hui *oxygène*, puisque l'azote, le second élément de l'air, ne s'y combine pas. Il ne faut donc pas perdre de vue que, pour Jean Rey, l'air était un *corps simple*.

» Jean Mayow, né en 1645, mourut en 1679. Il publia, en 1674, un recueil de Mémoires vraiment remarquables, ainsi qu'on en jugera par le résumé des *vérités suivantes* qu'on y trouve exposées.

» Jean Mayow reconnut le premier que la *combustion* consistait en l'union d'une *partie de l'air* qu'il nommait *esprit nitro-aérien* (oxygène) avec le combustible, mais il n'eut aucune idée précise de la partie de l'air que nous nommons *azote*. On est donc peu fondé à dire qu'il connaissait la composition de l'*air atmosphérique*. Il eut une idée précise de l'union de l'oxygène avec le soufre pour constituer l'acide sulfurique, vingt-trois ans avant l'erreur de Stahl qui considéra la combustion du soufre comme une analyse, la séparation de son *phlogistique* d'avec l'acide sulfurique; mais Mayow sacrifia à l'erreur de son temps en se servant du mot *soufre* pour désigner le principe inflammable en général.

» Jean Mayow eut le mérite de considérer l'oxygène comme un des principes de la *nitrification*; de là même l'expression d'*esprit nitro-aérien* dont il se servit pour désigner l'oxygène. Il eut le mérite, en outre, d'indiquer une base alcaline, potasse, chaux ou ammoniaque, comme principe nécessaire à la nitrification; mais il n'apprécia pas le rôle de l'azote dans la constitution du nitre, comme élément de l'acide azotique.

» Mayow eut une idée exacte du rôle de l'oxygène dans l'action qui se manifeste entre le salpêtre et des combustibles; et de plus il n'échappa point à son esprit observateur que les métaux augmentent de poids par la calcination et par l'action de l'acide azotique.

» Mayow reconnut parfaitement la part de l'oxygène dans la respiration.

» Enfin ajoutons, comme preuve de l'esprit perspicace de Mayow, sa tendance toute newtonienne à substituer une *force attractive moléculaire*,

agissant au contact apparent (dont Newton ne parla guère, 1717), à une force purement mécanique, telle que cela résultait de la Physique de Descartes. En un mot, c'était une force attractive cause de la *combinaison* qu'il présentait comme contraire à l'idée de ceux qui voyaient une sorte d'opposition entre les *acides et les alcalis*. « La lutte et la chaleur que l'on » observe lorsqu'on mêle ensemble (les acides et les alcalis) ne doivent » point être attribuées à leur *inimitié commune :* ce sont plutôt les *résultats* » *de leur union conjugale. Cette lutte* ne tend qu'à diviser ces corps, afin que » leur *intimité* soit plus *intime.* »

» En faisant mention d'*Étienne Hales* (1677-1761), je ne le rapproche pas comme chimiste, ni de J. Rey, ni à plus forte raison de J. Mayow ; car à mon sens Hales appliqua plutôt la Physique que la Chimie à l'étude des êtres vivants ; mais je le mentionne par suite de la distinction de l'*analyse et la synthèse chimiques* d'avec l'*analyse et la synthèse mentales*. En effet, dans sa statique des *végétaux*, Hales mit en tout son jour l'erreur commise par les alchimistes, lorsqu'ils avaient considéré leur art comme impuissant à séparer l'*air* des corps dont, selon eux, il était partie constituante. Je ne prétends pas dire que Hales y parvint; mais il retira des gaz, à la vérité de diverses natures, au moyen de la distillation et de l'action des acides, etc., etc., et il employa à cet effet de véritables appareils chimiques pour les recueillir. Ces résultats de l'expérience étaient donc nouveaux et ce sont les motifs qui m'ont déterminé à parler de Hales à la suite de J. Rey et de J. Mayow.

» Après m'être exprimé dans les termes précédents sur Jean Rey, Jean Mayow et Étienne Hales, personne ne m'accusera d'avoir voulu sacrifier leurs titres à la renommée afin de rehausser la gloire de Lavoisier. Mon intention a été de montrer l'injustice des personnes, qui, si elles n'ont pas été des ennemies, ont porté un jugement sur son œuvre que la postérité n'a pu accepter. En me bornant à deux citations, celle d'un écrit allemand de S.-J.-A- Scherer, intitulé : *Preuves que Jean Mayow a posé depuis cent ans les bases de la Chimie antiphlogistique et physiologique*, et le passage suivant d'un long Traité de Médecine de Joseph Franck : « Baumes, J. Rolle, Reich, » Ackermann crurent trouver une voie plus sûre pour l'étude de la Mé» decine dans les principes de la *Chimie renouvelée par Lavoisier, Four*» *croy* et *quelques autres.* »

» Ces citations donnent le motif que j'ai eu de terminer la fin du *Résumé de l'histoire de la matière* par l'exposé de la grandeur des obstacles que la *théorie si simple de la combustion de Lavoisier* a dû surmonter avant d'être généralement admise.

» Évidemment, si la part que l'on fait à Mayow d'avoir fondé la Chimie en 1674, vingt-trois ans avant que Stahl eût introduit le *phlogistique* dans la science, est juste, comment concevrait-on que Newton et J.-Ét. Geoffroy, en 1717 et 1718, eussent publié leurs écrits sur l'affinité sans être accusés de n'avoir pas parlé de J. Mayow ? Comment, après la mort de Stahl, arrivée en 1734, un Suédois du nom de Scheele, et deux Anglais du nom de Priestley et de Henri Cavendish n'eussent-ils pas été passibles, près du public savant, du reproche d'avoir méconnu le mérite de leur compatriote, J. Mayow, fondateur d'une science nouvelle, lorsqu'ils soutenaient non la *théorie du phlogistique*, telle que son auteur l'avait envisagée, mais une théorie mixte tout à fait incompatible aves les idées mêmes de l'auteur du *phlogistique*, puisque, selon Stahl, le *phlogistique* était solide, susceptible d'être isolé, et qu'il ne donnait *chaleur* et *lumière* qu'à la condition d'être en mouvement, tandis que Scheele, comme Henri Cavendish, admettait que le *phlogistique* ne pouvait être obtenu isolé de tout corps ; de sorte qu'on ne parvenait à le séparer d'un corps qu'en le faisant passer dans un autre? Enfin Scheele, en admettant l'existence du *phlogistique dans l'hydrogène, le considérait à l'état d'union* avec un acide subtil imaginaire, et Cavendish, sans être aussi absolu, soutenait cette idée explicitement contre la théorie de Lavoisier, ainsi qu'en témoignent et la citation rapportée dans l'article précédent (p. 879) et la Note suivante, qu'on lit à la page 49 de la traduction française du Mémoire de H. Cavendish :

« A moins d'avoir des connaissances plus approfondies de la manière dont se trouvent unies les diverses substances dans les corps composés, il serait *ridicule* de dire que c'est le mercure dans le *précipité rouge* qui est dépouillé de son phlogistique et non l'eau, ou que c'est l'eau qui est dépouillée de son phlogistique et non le mercure. Tout ce que nous pouvons dire est que le précipité rouge est composé de mercure et d'eau, dont l'un ou même tous les deux sont dépouillés d'une partie de leur phlogistique. De même, lorsqu'on prépare le précipité rouge, *il est certain* que l'acide absorbe le phlogistique ou du *mercure* ou de l'*eau* ; mais rien ne nous autorise à dire lequel. »

» Cavendish, page 51, dit explicitement : « Le *précipité rouge* (préparé avec » l'acide azotique) et *le précipité per se* (*préparé sans acide*) *contiennent autant de* » *phlogistique que le mercure.* » Certes, il faut lire ces deux passages dans une œuvre imprimée sous le nom de Cavendish pour croire qu'il professait les opinions que je viens de reproduire. J'ajouterai que Priestley, plus opposé à Lavoisier que Cavendish, pensait avec Kirwan que l'hydrogène était le *phlogistique pur*.

» Me serais-je trompé en me livrant à un examen comparatif des opinions qui partageaient les partisans du phlogistique et les adhérents à la première théorie chimique de la combustion, non avec l'intention d'en louer l'auteur, mais de signaler la grandeur des obstacles qu'il a fallu surmonter avant d'avoir la certitude du triomphe, alors que cette théorie comptait pour adversaires Scheele, Henri Cavendish et Priestley? Je me plais à croire le contraire. Convaincu de la nécessité de l'histoire en toutes choses, pour le succès de la vérité, après avoir été assez heureux d'être arrivé à un but que je n'avais jamais eu l'espérance de toucher, plusieurs années après m'être occupé de l'histoire de l'Alchimie, j'ai pensé, cette tâche inespérée enfin remplie, que quelques réflexions finales, non plus sur l'histoire de la Chimie, mais sur les jugements du public, ne seraient point déplacées à *l'égard de la critique et de l'étude même des facultés intellectuelles.*

» Ma conviction une fois acquise d'être dans le vrai, après avoir reconnu la cause de l'erreur des alchimistes, dont la durée compte au moins sept siècles, en me bornant à en fixer les extrêmes de Geber à Becker, et le dirai-je, un fait plus grave à mon sens, au point de la vérité et du progrès strictement intellectuel, a été de voir un Scheele, un Priestley et un Henri Cavendish admettre tous les trois le *phlogistique*, sans se rendre compte à eux-mêmes de ce qu'il était dans les idées de Stahl, puisque tous les trois s'accordaient pour admettre un phlogistique différent de celui que Stahl avait imaginé; et si Priestley considérait l'hydrogène comme le *phlogistique pur*, Scheele et Cavendish affirmaient qu'on ne pouvait l'isoler d'aucun corps; mais Cavendish dépasse ma raison, lorsqu'il considère le mercure comme un composé de *mercure et d'hydrogène* et le *précipité per se* comme un composé de *mercure et d'eau*. J'ai cité. La préférence de ces trois hommes pour un *phlogistique* autre que celui de Stahl et le peu de dispositions des compatriotes de Lavoisier en faveur de sa théorie, aussi simple que précise et facile à vérifier, m'ont porté à rechercher la cause d'un fait en apparence si loin de toute prévision dans la manière dont se forment les jugements du public, non-seulement en matière de science, mais en choses toutes différentes.

» Le public, en beaucoup de choses, se compose de deux groupes extrêmes de personnes.

» Le *groupe* le plus nombreux comprend des personnes jugeant d'après une instruction générale et des impressions qui ne conduisent qu'à des réflexions dont l'intérêt touche seulement les gens du monde, et je suppose

qu'il n'y ait rien de passionné, ni en bien ni en mal, concernant les personnes.

» Le *groupe opposé* se compose d'hommes supérieurs, capables de remonter des détails les plus approfondis au degré le plus élevé de l'esprit humain, et d'esprits cultivés, plus ou moins doués d'une perspicacité curieuse et juste, capable de distinguer ce qui est raisonné de ce qui échappe à un raisonnement sévère. En traitant surtout de faits scientifiques, je mets la passion de côté, tout en reconnaissant qu'elle peut intervenir parmi des gens appartenant à ce groupe capable de juger, et c'est parce que je le reconnais que je fais une si grande part à l'*élément* du TEMPS dans les jugements que portent les hommes les plus capables, lorsqu'ils prononcent sur des faits mêmes de leur temps.

» Lavoisier n'a jamais pris en considération cette diversité du public; en écrivant, il obéissait sans effort à cet admirable ensemble des facultés intellectuelles les plus distinguées, de sorte qu'un style naturel émané de cet ensemble si rare de qualités, où la forme la plus correcte résultait de l'alliance de la simplicité, de la clarté et de la précision des idées, pouvait sembler au commun des esprits l'expression heureuse de bonnes études littéraires dirigeant un éclectisme assez éclairé pour puiser heureusement dans le domaine de la Science un ensemble de faits de la coordination desquels était sorti le *Traité élémentaire de Chimie*.

» Le dirai-je, c'est ce jugement qui, reproduit à diverses époques par des envieux et répété ensuite par des indifférents peu soucieux de la gloire *du grand homme qui a donné un bel exemple de raison scientifique en s'abstenant de compromettre, par des hypothèses, l'avenir d'une science dont il posait la* PREMIÈRE BASE; *c'est ce jugement de l'envie ou de l'ignorance*, répéterai-je, qui m'a montré qu'une critique injuste ou ignorante a abusé plus d'une fois de la *perfection même de la forme*, pour discréditer l'œuvre du génie auprès de gens incapables d'en apprécier l'originalité, et qui n'accueillent avec quelque sympathie une chose nouvelle que parce qu'ils la jugent avoir quelque chose d'exagéré, de bizarre ou de mystique même.

» C'est à la suite des pensées que je viens d'exposer que j'ai terminé le *Résumé de l'histoire de la matière* par un exemple des *jugements du public en fait d'art dramatique*, emprunté aux *Annales du théâtre de la Comédie française;* puis un grand exemple relatif à l'*analyse et à la synthèse mentales* et à l'extension de la définition du mot *fait*, appliquées à l'œuvre de Molière, de l'auteur qui, à mon sens, a le mieux connu l'*esprit des hommes qui vivent en société*. »

HYDRAULIQUE. — *Sur la théorie et les diverses manœuvres de l'appareil d'épargne construit à l'écluse de l'Aubois.* Note de M. An. de Caligny.

« Dans le compte rendu de la séance du 1er mai 1876, j'ai indiqué un moyen de calculer les conditions les plus convenables, quant à la longueur du tuyau de conduite et aux quantités d'eau débitées, pour obtenir le maximum de rendement de plusieurs machines hydrauliques de mon invention, automatiques et à oscillations régulières, fonctionnant au moyen d'une chute d'eau. On ne voit pas au premier aperçu comment la théorie dont il s'agit peut être appliquée à mon système d'écluse de navigation, tel qu'il est décrit dans un Rapport à l'Académie, fait le 18 janvier 1869 par MM. Combes, Phillips, de Saint-Venant rapporteur. En effet, dans ce dernier appareil, les oscillations diffèrent toutes les unes des autres. Pour la première période de remplissage, les deux tubes verticaux mobiles sont d'abord remplis par de l'eau qui descend entièrement du bief d'amont; on tire ensuite, pour les remplir, d'autant moins d'eau de ce bief que les oscillations remontantes sont plus grandes : les dernières peuvent même rejeter de l'eau par le sommet de ces tubes. Pour la première période de vidange, l'eau contenue dans ces tubes tombe au bief d'aval. A la période suivante, il y a déjà une oscillation en retour, de sorte que, pour les vider, on a moins d'eau à faire descendre en aval. A mesure que les oscillations en retour augmentent, il se perd moins d'eau de cette manière; enfin ces oscillations peuvent descendre assez bas pour retirer de l'eau du bief d'aval.

» Cet appareil, au moyen des manœuvres, telles qu'elles sont indiquées dans le Rapport précité, a pour but de remplir le sas en tirant une partie de l'eau du bief inférieur et de le vider en relevant une partie de l'eau au bief supérieur.

» Je ne m'occupe pas en ce moment des autres manœuvres de cet appareil, que j'ai indiquées dans la séance du 28 mai dernier, je désire seulement appeler l'attention sur un moyen de tourner la difficulté pour l'application de la théorie précitée. Il consiste en ce que, soit pour le remplissage, soit pour la vidange de l'écluse, si l'on change le nombre des périodes de l'appareil, il résulte de la manière dont se distribuent les diverses oscillations en retour que la somme des pertes de travail qui en provient peut être considérée comme à peu près proportionnelle à leur nombre quant au degré d'approximation dont on a besoin relativement aux calculs dont il s'agit. On trouve, d'après cela, que, cette somme étant

en raison de ce nombre, tandis que la quantité de travail perdu, par suite des résistances nuisibles, est à peu près en raison inverse du même nombre, on peut appliquer, de la même manière que dans ma Note du 1er mai 1876, la règle obtenue au moyen du Calcul différentiel, qui permet de calculer la quantité d'eau débitée conduisant au maximum de rendement pour un appareil de dimensions données ou de calculer, pour une quantité d'eau donnée, quelles sont les dimensions de l'appareil qui conduisent au maximum de rendement. Le point intéressant à saisir consiste en ce que, au lieu de considérer un appareil à oscillations régulières, on considère des sommes d'opérations successives dont l'ensemble peut être regardé comme régulier.

» Il est à peine nécessaire d'ajouter, pour mieux expliquer le cas où l'appareil est déjà construit, que, les résistances nuisibles pouvant être considérées comme à peu près proportionnelles aux carrés des vitesses de l'eau, on peut admettre, pour le degré d'approximation suffisante dans le calcul dont il s'agit, que le travail absorbé par ces résistances est en raison inverse du nombre de périodes convenablement combinées de l'appareil. L'éclusée est une quantité d'eau donnée, qui se divise en autant de parties qu'il y a de périodes de remplissage ou de vidange, et le carré de la vitesse maximum obtenue à chaque période est proportionnel assez sensiblement, toutes choses égales d'ailleurs, pour chaque période, à la quantité d'eau descendue dans cette période d'une hauteur moyenne donnée. A la rigueur, il faudrait tenir compte d'effets qui se présentent pendant que le niveau de l'eau descend ou monte dans les tubes verticaux. Mais ce point est secondaire et n'empêche pas de pouvoir conclure que le nombre de périodes conduisant au maximum de rendement serait plus grand que celui auquel il est convenable de se restreindre dans la pratique ordinaire, pour ne l'employer que dans le cas de pénurie d'eau extrême. On conçoit, en effet, qu'il faut autant que possible diminuer le nombre et la durée des manœuvres.

» Quand on a construit l'appareil de l'Aubois, je n'étais pas fixé, comme je le suis aujourd'hui, sur les avantages des grandes oscillations initiales et finales. Pour en profiter plus complétement, il serait utile que le coude arrondi fût disposé sous le siége du tube d'aval, au lieu d'être sous le siége du tube d'amont. On pourrait même donner à cet arrondissement un rayon moyen plus grand sans approfondir les fondations, parce que la rigole de décharge pourrait ne plus être qu'un bassin d'épargne et par conséquent le fond pourrait ne pas être au-dessous du niveau de l'eau du bief d'aval.

» A la rigueur, quand la pénurie d'eau ne se ferait pas trop sentir, on pourrait ne pas se servir du tout du tube d'amont. La manœuvre serait alors d'une extrême simplicité : on remplirait une première fois le sas par les moyens ordinaires. Pour le vider, on ferait d'abord fonctionner le tube d'aval, en relevant une partie de l'eau au bief supérieur et laissant tomber dans le bassin d'épargne celle qui à cette époque ne serait pas relevée. Il suffirait ensuite de tenir le tube d'aval levé pour laisser se produire une grande oscillation de décharge du sas dans le bassin d'épargne, en profitant de la force vive de l'eau contenue dans le grand tuyau de conduite, *pour faire élever l'eau notablement plus haut dans le bassin d'épargne que dans le sas.* On est averti par une sonnette automatique, même dans le service de nuit, de l'époque où l'on doit baisser le tube d'aval pour achever, dans le cas de cette manœuvre, de vider l'écluse par les moyens ordinaires. Pour remplir l'écluse, il suffit de lever le tube d'aval, afin de produire du bassin d'épargne dans le sas une grande oscillation, dont la sonnette automatique précitée annonce la fin en temps utile; de sorte qu'on n'a plus qu'à baisser le tube d'aval et à achever le remplissage de l'écluse par les moyens ordinaires.

» Il est bien à remarquer que, l'extrémité du grand tuyau de conduite qui débouche dans l'écluse étant graduellement évasée, comme un ajutage divergent, il y a bien moins de perte de force vive à cette extrémité pour l'oscillation de rentrée dont il s'agit qu'il n'y en a à l'autre extrémité pour l'oscillation de décharge. D'ailleurs, pour la grande oscillation de rentrée, l'eau était déjà gonflée dans le bassin d'épargne, avant la grande oscillation de décharge, de sorte que l'oscillation initiale de rentrée jette dans l'écluse une fraction considérable de l'épargne même, lorsque, dans l'état actuel des choses, on fait la manœuvre dont il s'agit à l'écluse de l'Aubois.

» Il serait utile, pour compléter cette manœuvre, d'ouvrir alternativement une vanne ou soupape qui, après chaque oscillation de rentrée, permettrait de faire passer au bief d'aval la quantité d'eau que cette grande oscillation laisse dans le bassin d'épargne au-dessus du niveau de ce bief. Mais cela n'est pas absolument indispensable, parce que cette grande oscillation laisse dans le bassin d'épargne plus de place qu'il n'en faut pour contenir la quantité d'eau qui y sera jetée pendant que le tube d'aval fonctionnera, en relevant une partie de l'eau au bief supérieur. Cette manœuvre, quoiqu'elle diminue le rendement, est d'une telle simplicité, qu'il est utile de la signaler pour bien des circonstances ordinaires, réservant au besoin les manœuvres moins simples pour les cas de pénurie d'eau extraordinaires.

Je crois même que, dans la plupart des cas, on pourra supprimer entièrement le tube d'amont [1]. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des huiles neutres raffinées, pour le graissage des pistons, dans les machines munies de condenseurs à surfaces.* Extrait d'une Lettre de M. O. **Allaire** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Les essais qui ont été effectués à Cherbourg, au point de vue des dépôts qui se forment dans les condenseurs et dans les chaudières des nou-

---

(1) On peut calculer d'une manière très-simple la perte de travail résultant des résistances nuisibles dans ces grandes oscillations initiales et finales, si le tuyau de conduite a d'assez grandes dimensions. L'écluse et le bassin d'épargne peuvent, en effet, être considérés comme les deux branches verticales d'un grand siphon renversé. Je suppose que leurs sections soient égales entre elles : il s'agit de déterminer, à partir du moment où l'eau sera de niveau dans ces deux branches, quelle fraction de la hauteur dont l'eau est descendue pour arriver à ce niveau dans une des branches sera obtenue au-dessus de ce même niveau dans l'autre branche. Je désigne la premiere hauteur par H et la seconde par x. Soit C le chemin parcouru dans le grand tuyau de conduite par l'eau jusqu'à ce que le niveau soit à la même hauteur dans les deux branches, le diamètre du tuyau de conduite supposé de section circulaire étant représenté par D, je trouve $x = \frac{1}{\frac{C}{D}F + 1}$, la quantité F étant un coefficient constant, déterminé par expérience et dépendant des divers modes de construction de l'appareil. Ainsi il est nécessairement moindre pour l'oscillation de rentrée dans l'écluse que pour la grande oscillation de vidange, d'après ce que j'ai dit ci-dessus; car il faut tenir compte, outre le frottement de l'eau contre les parois, de la perte de force vive de l'eau aux extrémités, aux coudes, etc.

J'ai établi cette formule approximative par la Géométrie, comme on peut le voir dans le *Journal de Mathématiques de M. Liouville*, année 1838, où l'on peut voir aussi la manière dont M. Coriolis l'a retrouvée par l'analyse. Je l'ai vérifiée, dans des limites très-étendues, par de nombreuses expériences; de sorte qu'on peut l'appliquer, du moins dans les limites où l'on en aura besoin, pour l'étude des grandes oscillations dont il s'agit. Quant aux cas où, par suite de circonstances particulières, les sections des deux branches verticales ne seraient pas égales entre elles, j'ai indiqué dans les *Comptes rendus*, séance du 21 octobre 1872, comment on doit y avoir égard.

J'ai donné quelques développements analytiques dans les *Comptes rendus* des séances du 2 décembre 1872 et du 17 mars 1873.

velles machines marines, sont de nature à compléter les renseignements déjà fournis sur ce sujet par M. Hétet.

» La formation des dépôts s'expliquerait, suivant M. Hétet, par la saponification des corps gras sous l'action de la vapeur.

» Le Rapport de la Commission de la Marine, dont les tableaux ci-dessous reproduisent les résultats, montre que, si les huiles employées jusqu'ici au graissage des cylindres donnent environ 50 pour 100 de leur poids d'un résidu contenant plus de moitié d'oxyde de fer, une huile débarrassée de ses acides libres ne donne que 19 pour 100 d'un résidu ne contenant que 6 pour 100 d'oxyde de fer.

	Huile d'olive ordinaire 2e qualité (type du commerce).	Huile neutre raffinée (Octave Allaire).
Chaudière tribord avec extraction........	39,800	11,400
Chaudière bâbord sans extraction........	32,200	12,600
Bâche	2,400	4,600
	74,400	28,600

Soit 51 pour 100 du poids de la matière grasse pour l'huile d'olive ordinaire, 2e qualité (type du commerce); et 19 pour 100 du poids de l'huile neutre raffinée (Octave Allaire).

Analyse des résidus, sur 100 *grammes de matières.*

	Huile d'olive ordinaire, 2e qualité (type du commerce).			Huile neutre raffinée (Octave Allaire).			
	Chaudières.			Chaudières.			Résidus pris à la surface de l'eau.
	Tribord.	Bâbord.	Bâche.	Tribord.	Bâbord.	Bâche.	Chaudières.
Eau	6,90	7,50	8,50	13,00	16,00	9,50	14,50
Matières organiques (corps gras).....	33,50	49,50	78,70	79,00	75,00	80,00	82,75
Oxyde de fer.....	58,40	42,10	4,63	6,00	7,25	5,00	2,00
Oxyde de cuivre..	1,15	0,80	0,50	1,10	traces.	traces.	traces.
Oxyde de plomb...	traces.	traces.	7,60	0,50	0,75	4,80	traces.
Perte...........	0,05	0,10	0,07	0,40	1,00	0,70	0,75
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

» Ce dernier résidu est donc demeuré, malgré la présence de la vapeur, sans action sur le métal, puisqu'il n'a pu s'incorporer que 6 pour 100 d'oxyde de fer, tandis que le premier en avait oxygéné 50 pour 100 pour se saturer. Dans le premier cas, il y a eu 25 kilogrammes environ d'oxyde de fer enlevé au générateur, et dans le second $1^{kg},700$ seulement. Or,

comme dans les deux cas la quantité d'huile employée était la même, la proportion d'acides gras à saturer eût dû être sensiblement la même, et la saponification par la vapeur eût dû donner la même quantité de dépôts.

» L'hypothèse de la décomposition des corps gras neutres par la vapeur à 4 ou 5 atmosphères sans alcali demanderait donc une démonstration rigoureuse, ou plutôt il y a lieu de chercher une autre explication des différences signalées.

» Toutes les huiles sans exception, même celles qui n'ont subi aucun traitement à l'acide, contiennent une proportion très-forte d'acides libres. C'est à la présence de ces acides gras libres que j'attribue la formation des dépôts (1).

» Je reviens maintenant à l'emploi de la chaux, indiqué par M. Hétet. S'il n'est pas démontré que la vapeur seule décompose les corps gras neutres sous la pression de 4 atmosphères, il est hors de doute que cette décomposition se produise en présence de la chaux. Cette base ne limitant pas son action à la saturation des acides gras libres, mais décomposant en même temps les corps gras neutres pour s'unir avec leurs acides, le résultat est d'obtenir plus de dépôts que si l'on n'avait pas employé de chaux. Il est vrai que la nature du dépôt est modifiée, et qu'au lieu d'un oléate de fer on a un oléate de chaux, que, par suite, le générateur se trouve préservé de toute attaque; mais, par contre, les inconvénients tenant à la présence des dépôts, loin d'être supprimés, sont aggravés; en effet, un des organes importants de la machinerie marine est le condenseur, qui cesse de fonctionner dès que les tubes sont recouverts d'une couche isolante, et cet effet se produit d'autant plus rapidement que la quantité de dépôts est plus considérable.

» Une expérience de plusieurs années m'a montré que, en n'employant au graissage que des corps gras neutres raffinés, qui sont indécomposables sous la pression ordinaire des générateurs et qui, par suite, ne peuvent donner de dépôts, on supprime du même coup les dangers d'explosions provenant de ce chef, l'usure rapide des chaudières, et l'on assure pour les machines marines le bon fonctionnement du condenseur. »

---

(1) J'ai du reste signalé, il y a près de trois ans, dans le numéro de janvier 1875 du *Technologiste*, l'entraînement des corps gras acides dans les générateurs comme une cause fréquente d'explosions, et c'est parce que je suis pénétré des principes qui précèdent que, depuis cinq ans, je me suis consacré exclusivement à la fabrication des *huiles neutres raffinées*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Observations diverses sur le Phylloxera.* Lettre de M. **Boiteau** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le Phylloxera a fini sa campagne pour 1877 ; à nous de résumer ce que cette année nous a appris sur sa vie et sur ses traitements.

» Les insectes hypogés des vignes badigeonnées deux fois ont continué à pondre et à se multiplier comme ceux des vignes non traitées. Bien qu'ils fussent à leur troisième année de vie agame, leur dégénérescence n'a pas paru bien marquée. Le nombre des tubes ovigères s'est élevé, vers les mois de juillet et août, à 10 ou 12. Si la dégénérescence ne s'est pas manifestée d'une manière sensible sur les individus pris isolément, il y a lieu de constater que les vignes ainsi traitées et complétement isolées, pour ne pas être contaminées directement, ont subi une amélioration dans leurs foyers et que les taches ne se sont guère multipliées. Les observations de M. Marès sur la disparition, la quatrième année, des colonies non régénérées, me donnent l'espoir que l'année prochaine nous aurons des faits très-intéressants à signaler.

» Cette longévité de la vie agame nous obligera, pour conserver le cep en plein rapport, à faire plusieurs traitements au sulfure de carbone, afin de réduire autant que possible le nombre des individus fixés sur les racines.

» Les insectes ailés ont été très-nombreux cette année. Le Phylloxera ailé, malgré ce qu'on a pu dire, a un vol très-soutenu. Pour s'en assurer, il suffit de se mettre, par une journée de chaleur et pendant le mois d'août, dans une jeune vigne très-atteinte, mais encore dans toute sa vigueur. Il faut faire l'observation vers les 4 ou 5 heures du soir, en se plaçant entre plusieurs lignes de cep avec le soleil en face. Il faut être pourvu d'un chapeau et s'arranger de manière à regarder dans les rayons lumineux sans que les yeux en soient frappés. On voit alors voltiger une foule d'insectes, dont les mouvements sont plus ou moins saccadés. Parmi le nombre, et souvent en majorité, on en voit à vol régulier, continu, rapide : ce sont presque tous des Phylloxeras. On s'en assure en les saisissant au passage à l'aide de la main. Après quelques constatations on ne se trompe plus à la vue du vol.

» Les œufs d'hiver, que beaucoup d'observateurs nient encore, peuvent

être rencontrés en assez grande quantité en faisant les recherches dans les conditions suivantes : prendre les bois sur des vignes de quatre ou cinq ans, taillées sur une branche de cinq ou six yeux seulement, de manière à grouper le plus possible les œufs sur une surface peu étendue. Il faut que ces vignes soient fortement phylloxérées, mais avec un chevelu encore tres-puissant. Si ces conditions sont réunies, je suis certain que la récolte en femelles sexuées mortes et en œufs d'hiver sera très-abondante.

» Je me suis vivement préoccupé, à la fin de la saison, et mes recherches ne sont terminées que depuis deux ou trois jours, du lieu de ponte de la femelle sexuée. Connaissant le lieu d'élection extérieur, j'ai voulu savoir si le sol et les racines de la vigne ne recelaient pas d'œufs d'hiver.

» J'ai arraché sept jeunes pieds de vigne de trois à cinq ans, et j'ai visité, en le disséquant, leur système radiculaire. A partir du premier étage des racines, il m'a été impossible de constater autre chose que des organes et leurs œufs. La partie aérienne de ces mêmes ceps était grandement pourvue d'insectes ailés morts, de femelles sexuées également mortes et d'œufs d'hiver.

» Pour le sol, j'avais tendu des piéges devant tenir les femelles au passage et les forcer à pondre dans leurs mailles. Ils consistaient en plusieurs couches de mousseline à mailles très-serrées, mais pouvant laisser passer les insectes, reposant sur une toile à mailles plus serrées encore et gommée de façon à les arrêter. Le pourtour de ces tissus était retourné en ourlet et cousu très-serré, afin qu'ils ne pussent pas s'échapper ou pour leur fournir un abri dont ils devaient profiter pour déposer leurs œufs. Ces piéges, fendus jusque vers le milieu, avaient été déposés autour de pieds de vigne fortement fournis d'insectes ailés, et à une profondeur de 10 ou 15 centimètres.

» La ponte finie, j'ai examiné tous ces tissus à la loupe, et je n'ai pu y constater que des insectes agames qui s'étaient pris dans les mailles de la mousseline. La partie extérieure des ceps est fortement pourvue d'œufs d'hiver.

» Toutes ces recherches, faites d'une manière aussi minutieuse et aussi consciencieuse que possible, semblent démontrer que l'œuf d'hiver est déposé exclusivement à l'extérieur.

» Dans une prochaine Communication, je donnerai de nouvelles indications sur les traitements. »

M. C. Cassius adresse une Note tendant à établir ses droits à la priorité

de la solidification artificielle du sulfure de carbone, priorité qui lui a été contestée.

L'auteur cite un passage du journal *la Dépêche* de Toulouse, du 6 décembre 1875, dans lequel sa découverte est mentionnée; puis diverses pièces établissant que, depuis lors, le produit a été fabriqué et livré au commerce.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. TRIMOULET adresse une Note relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. JOBERT, chargé d'une mission d'exploration dans la haute Amazone, par S. M. l'Empereur du Brésil, adresse à l'Académie un second Mémoire sur le mode de respiration aérienne de divers poissons de cette région.

Ce travail est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Milne Edwards, de Quatrefages et Blanchard.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les publications suivantes de l'Observatoire météorologique et magnétique des Pères de la Compagnie de Jésus, à Zi-Ka-Wei, près de Chang-Hai (Chine) :

1° « Bulletin des observations météorologiques, de septembre 1874 à avril 1877 »;

2° « Observations magnétiques de 1874 à 1875 »;

3° « Recherches sur les principaux phénomènes de Météorologie et de Physique terrestre », par le R. P. *Marc Dechevrens*, directeur de l'Observatoire.

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète, à Ann-Arbor, par M.* WATSON. Dépêche communiquée par M. Yvon Villarceau.

« La dépêche a été reçue le 14 novembre, à $9^h 55^m$ du matin.

12 novembre 1877.

Ascension droite	$4^h 20^m$
Déclinaison	$+23°55'$
Mouvement diurne en déclinaison	$+5'$

11e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Carte générale des mouvements propres des étoiles.* Note de M. C. FLAMMARION.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une carte céleste, sur laquelle j'ai dessiné tous les mouvements propres des étoiles sûrement déterminés d'après les observations faites dans les deux hémisphères.

» Pour construire cette projection, j'ai dû d'abord former un catalogue général de toutes les étoiles à mouvements propres rapides, constatés d'après plusieurs séries d'observations ; et, pour atteindre ce but, j'ai d'abord examiné séparément toutes les étoiles du ciel visibles à l'œil nu, puis un certain nombre d'étoiles télescopiques remarquables à cet égard, et sur ce nombre examiné, d'environ 6000 étoiles, j'en ai relevé 1428 dont le mouvement peut être considéré comme certain. J'ai ensuite calculé toutes les positions sur la sphère céleste pour la précession uniforme de 1880, déterminé la résultante de toutes les variations constatées en ascension droite et en déclinaison pour chacune des étoiles, et résolu les triangles sphériques des grands mouvements ([1]).

» De plus, j'ai voulu connaître la nature de chaque étoile au point de vue du mouvement, distinguer les étoiles simples des étoiles doubles et multiples, et, parmi celles-ci, analyser celles dont le mouvement est rectiligne, marquer d'un signe spécial celles qui forment des couples physiques en mouvement orbital certain, et voir si les systèmes binaires sont emportés plus rapidement dans l'espace que les soleils simples.

» Lorsque toutes les étoiles furent placées avec leurs flèches, j'ai marqué le point du ciel vers lequel le Soleil nous emporte et le point d'où nous venons; puis j'ai tracé sur la sphère l'équateur de cet axe, et enfin des

---

([1]) J'ai dû admettre que les mouvements observés se continueront en ligne droite pendant une longue période, et les calculer pour cette période; car, en nous bornant, par exemple, à un déplacement de quelques siècles, ce déplacement fût resté si faible que, pour la plupart des étoiles, il eût été insensible à l'échelle de cette carte déjà volumineuse. Cinquante mille ans m'ont paru un intervalle de temps convenable; cette durée, qui nous paraît longue, est en réalité si courte, que la plupart des flèches adaptées à chaque étoile pour marquer son déplacement ne mesurent encore que quelques millimètres de longueur. Il est probable que, pour les mouvements les plus rapides, l'étoile ne suivra pas ces lignes droites pendant cinq cents siècles; mais il fallait adopter une règle uniforme, et d'ailleurs nous ignorons ce qui arrivera.

zones de flèches libres indiquant la perspective due à notre translation dans l'espace.

» Le premier résultat de la construction de cette carte générale des mouvements propres a été de confirmer la direction du mouvement du système solaire, car on voit cette direction dominer du premier coup d'œil dans l'ensemble de la projection. Mais, à travers cette moyenne générale, les mouvements les plus variés en direction et en grandeur sillonnent en tout sens la sphère céleste.

» Le second résultat a été de contredire les vues généralement admises sur les distances des étoiles relativement à leur ordre d'éclat, car les plus grands mouvements propres n'appartiennent pas aux étoiles les plus brillantes, mais paraissent s'appliquer indifféremment à toutes les grandeurs.

» Sur les soixante plus forts mouvements propres du ciel, les grandeurs d'étoiles se partagent comme il suit :

1re grandeur.....	4	6e grandeur.....	13
2e »	1	7e »	14
3e »	3	8e »	9
4e »	5	9e »	4
5e »	7		

» Cette proportion sera mieux sentie si l'on réfléchit que l'attention s'est portée de préférence sur les étoiles brillantes, mais que, d'autre part, le nombre des étoiles s'accroît rapidement en raison inverse des grandeurs.

» Les dix plus rapides appartiennent respectivement à des astres de 7e, 5 ½, 7 ½, 8, 4, 5 ½, 1, 5e, 6e et 6e grandeurs. Arcturus n'est que le 13e, Sirius le 29e, et Procyon le 38e. Et les brillantes Canopus, Rigel, Bételgeuse, Achernar n'ont qu'un mouvement à peine sensible.

» Bessel (*Fundamenta*) et W. Struve (*Positiones mediæ*) ont remarqué que les étoiles doubles sont emportées dans l'espace par un mouvement plus rapide que les étoiles simples; la 61e du Cygne, o^2 Éridan et α du Centaure ont dû causer cette appréciation. Il me semble, cependant, qu'elle n'est pas confirmée par un examen plus étendu. Les mouvements les plus rapides paraissent distribués à tous les genres d'étoiles. Voici les plus remarquables :

1830 Groombridge (simple).
61e du Cygne (système non orbital).
21185 Lalande (simple).
21258 Lalande (simple).
o^2 Éridan (double, orbitale).
μ Cassiopée (simple).
α du Centaure (double, orbitale).
1044 B.A.C. (simple).

8168 B.A.C. (simple).
793 B.A.C. (simple).
25372 Lalande (simple).
34 Groombridge (simple).
τ Baleine (simple) (¹).

» Le petit tableau suivant reproduit le calcul définitif que j'ai fait sur les données les plus sûres. Je me borne à ceux qui dépassent 3 secondes. Comme on n'a pas toujours eu soin d'indiquer si le mouvement en Æ est compté en secondes de temps ou en secondes d'arc, ou laissé à son cercle de déclinaison, ou rapporté à l'équateur, j'ai pris soin de tout exactement spécifier.

MOUVEMENTS PROPRES LES PLUS RAPIDES DU CIEL.

Nom.	Gr.	Æ app.	Ⓓ app.	Mouv. en Æ en temps.	Mouv. en Æ en arc.	ΔÆ cos Ⓓ.	Ⓓ.	Arc de grand cercle.
1830 Groombridge	7	11ʰ.46ᵐ	+38°.36′	+0ˢ,344	5″,16	4″,03	−5″,78	7″,03
61ᵉ Cygne $\frac{A+B}{2}$......	5 et 6	21. 1	+38. 9	+0,341	5,12	4,07	+3,11	5,08
21185 Lalande.......	7,5	10.57	+36.50	−0,044	0,66	0,53	−4,66	4,69
21258 Lalande........	8	11. 0	+44.10	−0,386	5,79	4,15	+1,36	4,37
40 o² Éridan..........	4	4. 9	− 7.51	−0,146	2,19	2,17	−3,45	4,09
μ Cassiopée	5,5	1. 0	+44.19	+0,386	5,79	4,14	−1,56	3,79
α Centaure $\frac{A+B}{2}$....	1 et 2	14.31	−60. 9	−0,477	7,16	3,56	+0,78	3,64

(La similitude des cinq déclinaisons boréales est curieuse.)

» On remarque, en outre, à l'examen de cette projection, que les étoiles ne sont pas rigoureusement isolées et indépendantes; car un grand nombre d'entre elles se montrent associées dans une sorte de communauté de mouvements. J'ai signalé à l'Académie un certain nombre de ces systèmes stellaires. On en voit d'autres, plus étendus encore, notamment dans le Cygne et dans la Grande Ourse, qui embrassent des constellations entières. »

(¹) Il résulte également de cette carte et de son catalogue que le tableau des plus grands mouvements propres du ciel, inséré depuis vingt ans dans tous les Traités d'Astronomie, est erroné dans ses bases fondamentales. L'étoile 2151 Navire, présentée depuis Mädler et Humboldt comme possédant le plus grand mouvement propre du ciel (évalué à 7″,871), n'a, en réalité, qu'un mouvement insignifiant, et l'étoile ε de l'Indien, présentée ensuite comme animée d'un mouvement de 7″,74, n'en possède qu'un de moitié plus faible. Le plus grand mouvement reconnu dans le ciel entier est celui de 1830 Groombridge : 7″,03 d'arc de grand cercle.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur l'équation à dérivées partielles du quatrième ordre, exprimant que le problème des lignes géodésiques, considéré comme problème de Mécanique, admet une intégrale algébrique du quatrième degré.* Note de M. MAURICE LEVY.

« II. En conservant les notations de notre précédente Communication, cette équation peut s'écrire

$$(1)\qquad s\frac{d^4L}{dx^4}+2r\frac{d^4L}{dx^3dy}-2t\frac{d^4L}{dx\,dy^3}-s\frac{d^4L}{dy^4}+3(R_3R_2-R_1R_0)=0.$$

» On vérifie de suite qu'elle admet comme solutions particulières les solutions générales : 1° de l'équation du premier ordre $p+q=0$; 2° des équations du second ordre $r\pm t=0$. Cela, toutefois, n'apprendrait rien de nouveau; mais je dis qu'elle admet aussi : 1° une autre intégrale intermédiaire du second ordre; 2° une intégrale intermédiaire du troisième ordre. Occupons-nous d'abord de découvrir cette dernière. Nous allons montrer qu'elle est de la forme

$$(2)\qquad W(\rho,\ \tau,\ R_3,\ R_2,\ R_1,\ R_0)=0.$$

» Différentiant, en effet, l'équation (2), et désignant par W_ρ et W_τ les deux dérivées de la fonction W relativement à ρ et à τ, et par W_3, W_2, W_1, W_0 ses dérivées, relativement aux lettres R_3, R_2, R_1, R_0, il vient

$$(3)\qquad \begin{cases} W_3\dfrac{d^4L}{dx^4}+W_2\dfrac{d^4L}{dx^3dy}+W_1\dfrac{d^4L}{dx^2dy^2}+W_0\dfrac{d^4L}{dx\,dy^3} \\ \qquad +\dfrac{1}{\tau}[W_\rho R_3-(\rho W_\rho+\tau W_\tau)R_2+W_\tau R_0]=0, \\ W_3\dfrac{d^4L}{dx^3dy}+W_2\dfrac{d^4L}{dx^2dy^2}+W_1\dfrac{d^4L}{dx\,dy^3}+W_0\dfrac{d^4L}{dy^4} \\ \qquad +\dfrac{1}{\tau}[W_\rho R_2-(\rho W_\rho+\tau W_\tau)R_1+W_\tau R_0]=0. \end{cases}$$

» Pour que l'intégrale générale de l'équation $W=0$ soit une solution de la proposée (1), il faut que celle-ci soit une combinaison des deux dernières, et, comme elle ne contient pas la dérivée $\frac{d^4L}{dx^2ay^2}$, il faut qu'elle soit identique à l'équation obtenue en éliminant cette dérivée entre les équations (3). Tous calculs faits, on trouve que cela exige que la fonction W satisfasse *simultanément aux quatre* équations à dérivées partielles du

premier ordre

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{W_2W_3}{1} = \frac{W_2^2 - W_1W_3}{2\rho} = \frac{W_2W_0 - W_1^2}{-2\tau} = \frac{W_0W_1}{1} \\ &\quad = \frac{W_\rho(W_2R_3 - W_1R_2) - (\rho W_\rho + \tau W_\tau)(W_2R_2 - W_1R_1) + W_\tau(W_2R_1 - W_1R_0)}{3(R_3R_2 - R_1R_0)}. \end{aligned} \right.$$

» Si, entre les trois premières de ces équations, on élimine les rapports $\frac{W_1}{W_0}$ et $\frac{W_2}{W_0}$, on obtiendra le rapport $\frac{W_3}{W_0}$, et, si l'on pose, pour abréger, $\frac{W_3}{W_0} = C$, on trouve, pour définir C, l'équation du quatrième degré

$$(5)\qquad C^4 + 2\tau C^3 - 2\rho C - 1 = 0.$$

» Grâce à cette équation, les trois premières (4) peuvent s'écrire

$$(6)\qquad \frac{W_0}{C} = \frac{W_1}{C(C+2\tau)} = \frac{W_2}{C^2(C+2\tau)} = \frac{W_3}{1}.$$

» Les numérateurs sont les dérivées partielles de la fonction inconnue, relativement aux quatre lettres R_0, R_1, R_2, R_3, et comme, en vertu de (5), les dénominateurs ne contiennent pas les R_i, on voit que ces trois équations admettent une solution commune, à savoir :

$$(7)\qquad W = R_3 + C^2(C+2\tau)R_2 + C(C+2\tau)R_1 + CR_0 + F(\rho, \tau),$$

F étant une fonction entièrement arbitraire. Quelle que soit cette fonction, les trois premières (4) sont ainsi satisfaites, et l'on voit par l'expression (7) de W que la valeur commune des divers membres de cette équation multiple est $C^2(C+2\tau)$.

» Il reste donc à voir s'il est possible de disposer de la fonction F, de façon que le dernier membre de (4) devienne lui-même égal à $C^2(C+2\tau)$, ce qui donne, en remplaçant dans ce dernier membre W_1 et W_2 par leurs valeurs tirées de (7), et supprimant le facteur commun $C(C+2\tau)$:

$$(8)\quad \left\{ \begin{aligned} &W_\rho[CR_3 - (1+\rho C)R_2 + \rho R_1] \\ &\quad + W_\tau[-\tau CR_2 + (\tau + C)R_1 - R_0] = 3C(R_3R_2 - R_1R_0). \end{aligned} \right.$$

» Remplaçant W_ρ et W_τ par leurs valeurs tirées de (7) et ayant égard à (5), il vient

$$(a)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{dF}{d\rho}[CR_3 - (1+\rho C)R_2 + \rho R_1] + \frac{dF}{d\tau}[\tau CR_2 + (\tau + C)R_1 - R_0] \\ &\quad + 3C(R_1 + CR_2)[-\tau CR_2 + (\tau + C)R_1 - R_0] \\ &\quad + \frac{dW}{dC}\,\frac{2C^2[CR_3 + (\tau C^3 - \rho C - 1)R_2 - (C^3 + \tau C^2 - \rho)R_1 + C^2R_0]^2}{3C^4 + 4\tau C^3 + 1} \\ &\qquad\qquad - 3C(R_3R_2 - R_1R_0) = 0. \end{aligned} \right.$$

» Il ne semble pas qu'on puisse satisfaire à cette équation, la fonction inconnue F dévant être indépendante des quatre lettres R_i. Cependant, en la transformant convenablement, on reconnaît que cela est possible. En effet, le coefficient de $\frac{dW}{dC}$ peut s'écrire, en ayant égard aux équations (5) et (7) qui définissent C et W et à celle W = o,

$$C(CR_2 + R_1) - \frac{2C^3}{3C^4 + 4\tau C^3 + 1} F.$$

» Par suite, le troisième et le quatrième terme de l'équation ci-dessus deviennent

$$C(R_0 + CR_2)\left[-2\tau CR_2 + 2(\tau + C)R_1 - 2R_0 - \frac{dW}{dC}\right] - \frac{2C^3 \frac{dW}{dC}}{3C^4 + 4\tau C^3 + 1} F$$

ou, en remplaçant entre crochets $\frac{dW}{dC}$ par sa valeur tirée de (7) et ayant égard à W = o,

$$3C(R_2 R_3 - R_1 R_0) + \left(3CR_2 - \frac{2C^3 \frac{dW}{dC}}{3C^4 + 4\tau C^3 + 1}\right) F.$$

» En mettant cette expression à la place du troisième et du quatrième terme de l'équation (a), on voit que les termes indépendants de F et de ses dérivées se détruisent, et que l'équation se réduit à

$$\frac{dF}{d\rho}[CR_3 - (1 + \rho C)R_2 + \rho R_1] + \frac{dF}{d\tau}[-\tau CR_2 - (\tau + C)R_1 - R_0] + \left(3CR_2 - \frac{2C^3 \frac{dW}{dC}}{3C^4 + 4\tau C^3 + 1}\right) F = 0.$$

» Et sous cette forme on voit qu'elle est satisfaite par F = o. D'ailleurs, on pourrait vérifier que cette solution est la seule possible, F devant être indépendant des R_i.

» En faisant F = o dans l'équation (7), où C est défini par (5), on est donc certain d'obtenir une intégrale intermédiaire du troisième ordre de l'équation proposée (1).

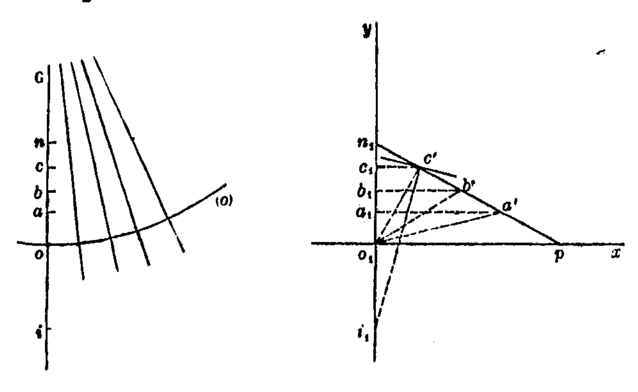
» Cette intégrale résulte ainsi de l'élimination de la lettre C entre les deux equations

$$(9)\quad \begin{cases} (a) & R_3 + C^2(C + 2\tau)R_2 + C(C + 2\tau)R_1 + CR_0 = 0, \\ (b) & C^4 + 2\tau C^3 - 2\rho C - 1 = 0. \end{cases}$$

» Elle pourrait évidemment être représentée par une seule équation sous forme de déterminant. »

GÉOMÉTRIE. — *Nouvelles applications d'un mode de représentation plane de classes de surfaces réglées;* par M. A. MANNHEIM.

« Soit une surface réglée quelconque (G). Prenons, comme origines des droites auxiliaires correspondant aux génératrices de cette surface, les points de rencontre de ces dernières droites avec une de leurs trajectoires orthogonales (o). Conservons les mêmes figures et les mêmes notations que précédemment (¹), avec la différence que nous venons d'indiquer. Alors les ordonnées à l'origine des droites auxiliaires sont les rayons de courbure géodésique de (o), et les abscisses à l'origine de ces droites sont les rayons de torsion géodésique de cette courbe.



» En reproduisant ce que nous avons déjà dit, lorsque (o) était en outre une ligne asymptotique de (G), on voit que l'on a toujours ce théorème :

» *Si l'on déplace infiniment peu le faisceau formé par tous les plans passant par* G, *de façon que cette droite reste une génératrice de* (G), *que o décrive* (o), *il existe toujours un de ces plans qui, après le déplacement, est tangent à* (G) *au point où vient se placer le point a où il touchait cette surface* (²).

» Et si l'on veut que (G) soit telle que cette propriété du plan tangent en a subsiste pour toutes les positions de ce point entraîné pendant le déplacement continu de G sur (G), il faut que les droites auxiliaires relatives aux génératrices de cette surface passent par un même point a'.

(¹) Voir séances du 29 octobre et du 5 novembre 1877.

(²) Ce théorème est vrai aussi lorsque l'on considère un déplacement fini de G. Il est utile d'avoir fait cette remarque, pour rapporter aux surfaces réglées les propriétés de leurs courbes représentatives.

» De là résulte, comme précédemment :

» *Si, pour une trajectoire orthogonale d'une surface gauche* (G), *on a la relation*

$$(1)\qquad \frac{\frac{a}{\operatorname{tang}\omega}}{r_g} + \frac{a}{\rho_g} = 1,$$

il existe une autre trajectoire orthogonale des génératrices de (G), *telle que les plans tangents à cette surface, aux points où une génératrice est rencontrée par ces deux trajectoires orthogonales, comprennent entre eux un angle constant, quelle que soit cette génératrice.*

» *Si, sur une surface gauche* (G), *il existe deux trajectoires orthogonales des génératrices, telles qu'aux points où elles rencontrent une de ces génératrices les plans tangents à* (G) *comprennent entre eux un angle qui est toujours le même, quelle que soit cette droite, on a, pour l'une ou l'autre de ces trajectoires, une relation telle que* (1) ([1]).

» Démontrons encore, à l'aide de la figure, ce théorème dû à M. O. Bonnet ([2]).

» *Les torsions géodésiques des trajectoires orthogonales* (b) *et* (o) *de* (G), *aux points b et o, sont entre elles dans le rapport inverse des carrés des éléments interceptés sur ces deux trajectoires par* G *et par la génératrice qui est infiniment voisine de celle-ci.*

» La torsion géodésique de (o) en o est $\frac{1}{o_1 p}$, qui est égal à $\frac{c_1 c'}{\overline{o_1 c'}^2}$.

» De même, pour la trajectoire (b), la torsion géodésique en b est $\frac{c_1 c'}{\overline{b_1 c'}^2}$.

» Le rapport des torsions géodésiques en o et b des trajectoires (o) et (b) est donc $\frac{\overline{b_1 c'}^2}{\overline{o_1 c'}^2}$, et, comme ce rapport est égal au rapport des carrés des éléments compris sur (b) et (o), entre G et la génératrice infiniment voisine de celle-ci ([3]), le théorème est démontré.

» Nous pourrions, comme je l'ai fait dans mes dernières Communications, considérer les surfaces gauches correspondant à des courbes représentatives simples; mais, après ce qui précède, nous n'ajouterons qu'un seul exemple.

([1]) Voir la Lettre de M. O. Bonnet, insérée dans ma Communication du 29 octobre 1877.

([2]) Voir *Mémoire sur la théorie générale des surfaces*, p. 60.

([3]) Voir *Mémoire sur les pinceaux de droites* (*Journal de Mathématiques*, 2e série, t. XIV), la note au bas de la page 148.

» Supposons que *la courbe représentative soit une circonférence de cercle décrite du point o_1 comme centre.*

» Dans ce cas, à des points de (o) qui comprennent entre eux des arcs infiniment petits égaux entre eux, correspondent des génératrices de (G) comprenant entre elles des angles égaux. En tenant compte de la réciproque de cette remarque, on voit facilement que :

» *Si une droite se déplace normalement à la trajectoire d'un de ses points o, de façon que l'aire balayée par un segment de cette droite soit proportionnelle à l'arc parcouru par o, elle engendre une surface réglée sur laquelle il existe deux trajectoires orthogonales des génératrices, qui sont des cercles géodésiques tels, qu'aux deux points où ils rencontrent la droite mobile, ces courbes sont toujours à angle droit.*

» Enfin, prenons comme origines des droites auxiliaires correspondant aux génératrices de (G) une trajectoire quelconque de ces génératrices. En conservant toujours les mêmes figures et les mêmes notations, mais en ayant soin de se rappeler que $o_1 p$ est maintenant égal à la moyenne géométrique des rayons de courbure principaux de (G) en o, on trouve que :

» *Si un segment de droite de longueur a qui vient successivement coïncider avec les génératrices d une surface* (G), *est tel que les plans tangents à cette surface aux extrémités de ce segment conservent entre eux toujours le même angle* ω, *on a, pour l'une ou l'autre des courbes décrites par les extrémités de ce segment, la relation*

$$\frac{\frac{a}{\operatorname{tang}\omega}}{n} + \frac{a}{\sqrt{R_1 R_2}} = 1,$$

dans laquelle n représente la distance comprise entre l'une des extrémités de ce segment et le point où le plan tangent à (G) *à cette extrémité est normal à cette surface, et* R_1, R_2 *sont les rayons de courbure principaux de* (G) *à cette extrémité du segment.*

» On trouve encore facilement, à l'aide de la figure, les théorèmes suivants :

» *Si un segment de droite peut successivement coïncider avec les génératrices d'une surface gauche* (G), *de façon que les plans tangents à cette surface aux extrémités de ce segment conservent entre eux toujours le même angle, le produit des rayons de courbure principaux de* (G) *aux extrémités de ce segment est constant* [1].

---

[1] Ce théorème comprend, comme cas particulier, un théorème que j'ai démontré dans

» *A un instant quelconque, les plans tangents aux extrémités de ce segment sont normaux à* (G) *en deux points; ces points et les extrémités du segment donnent quatre points dont le rapport anharmonique est constant, quelle que soit la position du segment mobile.* »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lois qui régissent l'ordre (ou la classe) des courbes planes algébriques, dont chaque point (ou chaque tangente) dépend à la fois d'un point et d'une tangente variables sur une courbe donnée.* Note de M. G. **Fouret**, présentée par M. Chasles.

« **1.** En généralisant l'analyse contenue dans ma dernière Note [1], on arrive à établir assez simplement de nouvelles lois géométriques concernant les courbes algébriques planes, et entre autres les deux lois communiquées à l'Académie par M. Chasles, dans la séance du 27 août dernier [2].

» Soit

$$\varphi(x, y, z) = 0, \qquad (1)$$

l'équation, en coordonnées homogènes, d'une courbe algébrique dans le plan. Désignons par ξ, η, ζ, les coordonnées homogènes d'un point mobile [3], dépendant à la fois du point (x, y, z) variable sur la courbe (1) et de la direction de la tangente à (1) en un autre point (X, Y, Z), également variable, et tel que l'on ait

$$\varphi(X, Y, Z) = 0. \qquad (2)$$

» En supposant éliminés les paramètres auxiliaires, on doit avoir, entre les trois groupes de variables (ξ, η, ζ), (x, y, z), $\left(\frac{d\varphi}{dX}, \frac{d\varphi}{dY}, \frac{d\varphi}{dZ}\right)$, trois

---

ma Communication du 23 juillet 1877, et que M. E. Lucas a depuis énoncé élégamment ainsi à la *Société mathématique de France* :

La surface formée par les normales principales communes à deux courbes jouit de cette propriété : les centres de courbure principaux pour les points où ces deux courbes rencontrent une de leurs normales sont les sommets d'un tétraèdre dont le volume est constant, quelle que soit cette normale.

[1] *Comptes rendus*, présent tome, p. 844.

[2] *Ibid.*, p. 460.

[3] Je ne traite que le cas d'un lieu de points; le cas d'une courbe enveloppe de droites s'en déduit.

relations homogènes par rapport à chacun de ces groupes .

$$(3)\qquad \begin{cases} F_1\left(\xi,\ \eta,\ \zeta,\ x,\ y,\ z,\ \frac{d\varphi}{dX},\ \frac{d\varphi}{dY},\ \frac{d\varphi}{dZ}\right) = 0, \\ F_2\left(\xi,\ \eta,\ \zeta,\ x,\ y,\ z,\ \frac{d\varphi}{dX},\ \frac{d\varphi}{dY},\ \frac{d\varphi}{dZ}\right) = 0, \\ F_3\left(\xi,\ \eta,\ \zeta,\ x,\ y,\ z,\ \frac{d\varphi}{dX},\ \frac{d\varphi}{dY},\ \frac{d\varphi}{dZ}\right) = 0. \end{cases}$$

» Pour trouver l'ordre du lieu, dont on obtiendrait l'équation en éliminant x, y, z, X, Y, Z, entre (1), (2) et (3), il suffit de chercher le nombre des points d'intersection de ce lieu avec une droite arbitraire

$$(4)\qquad a\xi + b\eta + c\zeta = 0.$$

c'est-à-dire le nombre des solutions en ξ, η, ζ, x, y, z, X, Y, Z du système des équations (1), (2), (3), (4), ou bien encore le nombre des solutions en x, y, z, X, Y, Z du système composé des équations (1), (2) et

$$(5)\qquad \psi\left(x,\ y,\ z,\ \frac{d\varphi}{dX},\ \frac{d\varphi}{dY},\ \frac{d\varphi}{dZ}\right) = 0, \quad \chi\left(x,\ y,\ z,\ \frac{d\varphi}{dX},\ \frac{d\varphi}{dY},\ \frac{d\varphi}{dZ}\right) = 0;$$

résultant de l'élimination de ξ, η, ζ entre (3) et (4). Or ce dernier système d'équations se prête à une nouvelle interprétation géométrique.

» 2. A cet effet, désignons par u, v, w les coordonnées linéaires d'une droite variable; les équations (5) peuvent se remplacer par

$$(6)\qquad \psi(x, y, z, u, v, w) = 0, \quad \chi(x, y, z, u, v, w) = 0,$$

avec l'adjonction des relations

$$(7)\qquad \frac{u}{\frac{d\varphi}{dX}} = \frac{v}{\frac{d\varphi}{dY}} = \frac{w}{\frac{d\varphi}{dZ}}.$$

» Mais les deux équations (6) définissent chacune un *connexe* (1), et la question se trouve ramenée à la détermination du nombre des éléments

(1) Être géométrique étudié, comme on sait, pour la première fois par Clebsch, et composé d'un nombre quadruplement infini d'*éléments*, comprenant chacun un point (x, y, z) et une droite (u, v, w). (Dr F. Lindemann, *Vorlesungen über Geometrie von* Alfred Clebsch, ersten Bandes, zweiter Theil, p. 936.)

communs aux deux connexes (6) et formés chacun d'un point et d'une tangente de la courbe (1). En désignant par μ et μ' les ordres respectifs des deux connexes, c'est-à-dire les degrés des équations (6) par rapport à l'ensemble des variables x, y, z, par ν et ν' les classes respectives de ces mêmes connexes, c'est-à-dire les degrés des équations (6), par rapport à l'ensemble des variables u, v, w, on démontre aisément que *le nombre des éléments communs aux deux connexes et formés chacun d'un point et d'une tangente de la courbe* (1), *supposée d'ordre m et de classe n, est égal à* $mn(\mu\nu' + \mu'\nu)$. On conclut de là la loi suivante due à M. Chasles :

» *L'ordre d'une courbe algébrique plane, lieu d'un point mobile, constamment lié à un point et à une tangente variables d'une autre courbe plane, par l'intermédiaire de conditions indépendantes de cette deuxième courbe, est multiple à la fois de l'ordre et de la classe de cette dernière. Il en est de même de la courbe enveloppe d'une droite mobile, dont le mouvement est déterminé de la même manière.*

» Ce dernier théorème peut se démontrer par une voie plus directe, en s'appuyant uniquement sur le théorème de Bezout et employant le raisonnement qui m'a déjà servi à démontrer les deux premières lois données par M. Chasles ([1]). La démonstration que je viens d'esquisser a surtout pour objet de faire connaître le coefficient de mn, qui va nous être utile.

» Supposons que la seconde des équations (6) se réduise à

$$ux + vy + wz = 0.$$

Elle définit alors ce que Clebsch appelle le *connexe identique;* à cause de $\mu' = \nu' = 1$, le nombre précédemment trouvé devient $mn(\mu + \nu)$, et il exprime le *nombre des éléments du connexe* (μ, ν) *formés chacun d'un point de la courbe* (1) *et de la tangente en ce point*, lequel est égal, comme on sait, à $n\mu + m\nu$. Cette déduction faite, il reste

$$mn(\mu + \nu) - 2n\mu - 2m\nu = n(m - 2)\mu + m(n - 2)\nu.$$

On conclut de là la loi suivante énoncée déjà par M. Chasles, sous une forme un peu différente .

» *L'ordre d'une courbe algébrique plane, lieu d'un point mobile constamment lié à un point mobile d'une autre courbe plane, d'ordre m et de classe n, et à une tangente à cette deuxième courbe issue de ce dernier point, a une expression de*

([1]) *Comptes rendus*, présent tome, p. 134.

la forme $\alpha m(n-2)+\beta n(m-2)$, α et β étant des coefficients entiers, qui dépendent uniquement des conditions de la question, étrangères à la courbe (m, n). Il en est de même de la classe d'une enveloppe de droite.

» On obtient assez facilement par la même méthode d'autres lois analogues. En voici un des exemples les plus simples :

» *L'ordre d'une courbe algébrique plane, lieu d'un point mobile constamment lié à un point mobile d'une autre courbe plane, d'ordre* m *et de classe* n, *et à une normale à cette deuxième courbe, issue de ce dernier point, a une expression de la forme $\alpha(m+n)(m-1)+\beta m(m+n-1)$, α et β étant des coefficients entiers dépendant uniquement des conditions de la question, étrangères à la courbe (m, n). Il en est de même de la classe d'une enveloppe de droite.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extrait d'une Lettre adressée à M.* Hermite; par M. Fuchs.

« En désignant par y_1 une intégrale de l'équation différentielle

$$\frac{d^2y}{dx^2}+p_1\frac{dy}{dx}+p_0y=0,$$

et posant $\Delta=e^{-\int p_1 dx}$, on tire d'un théorème du n° 2 de mon Mémoire dans le *Journal de Borchardt*, t. 66, que $y_2=y_1\int\frac{\Delta}{y^2}dx$ est aussi une intégrale, et que l'on n'a jamais $y_2=\text{const.}\ y_1$, de sorte que y_1, y_2 font un système fondamental d'intégrales. Si l'équation a la forme

$$(1)\qquad \frac{d^2y}{dx^2}=Py,$$

une intégrale quelconque y_1 fait avec

$$(2)\qquad y_2=y_1\int\frac{dx}{y_1^2}$$

un système fondamental. La forme (2) de la fonction y_2 est permanente pour des valeurs quelconques des constantes contenues dans P. Il n'y a lieu de faire, dans certains cas, une distinction que si l'on veut effectuer l'intégrale $\int\frac{dx}{y_1^2}$.

» Soit, par exemple.

$$(3)\qquad \frac{d^2y}{dx^2}-\frac{a^2-\frac{1}{4}}{x^2}y=0,$$

une intégrale y_1 est

(4) $$y_1 = x^{\frac{1}{2}+a},$$

et l'on a

(5) $$y_2 = x^{\frac{1}{2}+a}\int_\alpha^x x^{-1+2a}dx.$$

» La forme (5) est valable pour toute valeur de a; mais, si l'on veut obtenir explicitement l'intégrale $\int_\alpha^x$ par des fonctions connues, il faut distinguer les deux cas $a = 0$ et a non égal à zéro.

» C'est de même ce qui arrive à l'égard de l'équation différentielle

(6) $$\frac{d^2y}{dx^2} = (2k^2\sin^2\mathrm{am}x + k^2\sin^2\mathrm{am}a - 1 - k^2)y.$$

Vous avez trouvé que

(7) $$y_1 = \frac{\mathrm{H}(x+a)}{\Theta(x)}e^{-x\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}}$$

en est une intégrale; donc

(8) $$y_2 = y_1\int_a^x \frac{\Theta^2(x)e^{2x\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}}}{\mathrm{H}^2(x+a)}dx$$

est aussi une intégrale *valable pour toute valeur de* a et qui fait avec y_1 un système fondamental. Une distinction n'est à faire que si l'on veut exprimer y_2 par des fonctions connues. En effet on trouve

(9) $$\frac{\Theta^2(x)}{\mathrm{H}^2(x+a)}e^{2x\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}} = \frac{1}{\mathrm{C}}\frac{d}{dx}\left[\frac{\mathrm{H}(x-a)}{\mathrm{H}(x+a)}e^{2x\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}}\right],$$

ou

$$\mathrm{C} = -2\sin\mathrm{am}a\cos\mathrm{am}a\,\Delta\,\mathrm{am}a\frac{\Theta^2(a)}{\Theta(0)}k.$$

Comme cette constante ne peut devenir infinie, sin am$a$, dans le coefficient de y de l'équation différentielle (6), devant être fini, on peut avoir

(10) ou 1° $\mathrm{C} = 0$ ou 2° C différent de zéro.

» Dans le second cas, les équations (7) à (9) fournissent

(11) $$y_2 = \frac{\mathrm{H}(x-a)}{\Theta(x)}e^{x\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}}.$$

C'est précisément votre autre intégrale. Les valeurs pour lesquelles arrive le cas premier (10) sont

(12) $$\begin{cases} (\alpha) & a = 2m\mathrm{K} + 2ni\mathrm{K}', \\ (\beta) & a = (2m+1)\mathrm{K} + 2ni\mathrm{K}', \\ (\gamma) & a = (2m+1)\mathrm{K} + (2n+1)i\mathrm{K}', \end{cases}$$

m, n étant des nombres entiers.

» Dans le cas (12 α), on a

$$(13\,\alpha)\qquad \int_a^x \frac{\Theta^2(x)}{\mathrm{H}^2(x+a)}\, e^{+2x\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}}\, dx = e^{-\frac{2n^2\mathrm{K}'}{\mathrm{K}}} \int_a^x \frac{\Theta^2(x)}{\mathrm{H}^2(x)}\, dx,$$

dont la valeur est, à un facteur constant près,

$$\frac{\mathrm{H}'(x)}{\mathrm{H}(x)} - \frac{\mathrm{J}x}{\mathrm{K}} + \text{const.}$$

De là et de l'équation (8) découle le système fondamental

$$(14\,\alpha)\qquad \begin{cases} y_1 = \dfrac{\mathrm{H}(x)}{\Theta(x)} \\ y_2 = \dfrac{\mathrm{H}'(x)}{\Theta(x)} - \dfrac{\mathrm{J}x}{\mathrm{K}}\, \dfrac{\mathrm{H}(x)}{\Theta(x)}. \end{cases}$$

Dans le cas (12 β), on a

$$(13\,\beta)\qquad \int_a^x \frac{\Theta^2(x)\, e^{2x\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}}}{\mathrm{H}^2(x+a)}\, dx = e^{\frac{2\pi i}{\mathrm{K}}(-n^2\mathrm{K}+n^2 i\mathrm{K}')} \int^x \frac{\Theta^2(x)}{\mathrm{H}_1^2(x)}\, dx,$$

dont la valeur est, à un facteur constant près,

$$x\,\frac{\Theta_1''(0)}{k'^2} - \frac{1}{k'^2}\,\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} + \text{const.}$$

De là et de l'équation (8) découle le système fondamental

$$(14\,\beta)\qquad \begin{cases} y_1 = \dfrac{\mathrm{H}_1(x)}{\Theta(x)}, \\ y_2 = x\,\dfrac{\Theta_1''(0)}{k'^2}\,\dfrac{\mathrm{H}_1(x)}{\Theta(x)} - \dfrac{1}{k'^2}\,\dfrac{\mathrm{H}_1(x)\,\Theta'(x)}{\Theta^2(x)}. \end{cases}$$

Dans le cas (12 γ), on a

$$(13\,\gamma)\qquad \int_a^x \frac{\Theta^2(x)\, e^{2x\frac{\Theta'(a)}{\Theta(a)}}}{\mathrm{H}^2(x+a)}\, dx = e^{\frac{2i\pi}{\mathrm{K}}\left[-2n\mathrm{K}+\left(n^2-\frac{1}{4}\right)i\mathrm{K}'\right]} \int_a^x \frac{\Theta^2(x)}{\Theta_1^2(x)}\, dx,$$

dont la valeur est, à un facteur constant près,

$$-\,x\,\frac{\Theta''(0)}{k'^2} + \frac{1}{k'^2}\,\frac{d\log\Theta_1(x)}{dx} + \text{const.}$$

De là et de l'équation (8) découle le système fondamental

$$(14\,\gamma)\qquad \begin{cases} y_1 = \dfrac{\Theta_1(x)}{\Theta(x)}, \\ y_2 = -\,x\,\dfrac{\Theta''(0)}{k'^2}\,\dfrac{\Theta_1(x)}{\Theta(x)} + \dfrac{1}{k'^2}\,\dfrac{\Theta_1'(x)\,\Theta_1(x)}{\Theta_1(x)\,\Theta(x)}. \end{cases}$$

» Par ce qui précède, il est démontré que l'équation différentielle (6) se comporte comme l'équation différentielle (3). La valeur de y_2 pour celle-ci est donnée par l'équation (5), pour celle-là par l'équation (8). Pour une valeur générale de (a), y_2 a la forme $x^{\frac{1}{2}-a}$ dans l'équation (3), et la forme (11) pour l'équation (6). Mais la supposition $a = 0$ fait entrer le logarithme dans la valeur évaluée de y_2 de l'équation (5), comme pour des valeurs de a données par les équations (12), la valeur évaluée de y_2 a des formes particulières.

» Mais il s'ensuit en même temps que *les valeurs* (12) *de* a *sont les seules pour lesquelles la fonction* y_2 *n'ait pas la forme* (11). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition en facteurs premiers des nombres* $2^n \pm 1$. Note de M. **Gohierre de Longchamps**, présentée par M. Hermite.

« L'idée de la Note qu'on va lire nous a été inspirée par une Communication faite, au Havre ([1]), au dernier congrès de l'Association française, par M. Ed. Lucas. M. Ed. Lucas, qui s'est occupé de la décomposition des *grands nombres* en leurs facteurs premiers ([2]), après avoir cité les résultats intéressants, et malheureusement peu connus, de M. F. Landry ([3]) sur la décomposition des nombres de la forme $2^n \pm 1$, a fait remarquer que les travaux de ce géomètre vérifient, en partie du moins, certains faits avancés par le P. Mersenne dans sa préface des *Cogitata physico-mathematica*. Il n'est pas douteux, comme l'a fait observer M. Ed. Lucas, que le P. Mersenne ne fût en possession de méthodes particulières aujourd'hui perdues.

» Il fait remarquer que les nombres proposés par le P. Mersenne, et dont quelques-uns sont tellement considérables qu'on ne peut même pas songer à les écrire, du moins dans notre système décimal, appartiennent aux formes $2^n \pm 1$. Il nous paraît probable que le P. Mersenne n'effectuait pas le calcul de 2^n, et qu'il écrivait ces nombres dans le système de

---

([1]) *Revue scientifique*, 22 septembre 1877.

([2]) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 6 août 1877.

([3]) *Décomposition des nombres* $2^n \pm 1$ *en leurs facteurs premiers, de* $n = 1$ *à* $n = 64$ (*moins quatre*). Librairie Hachette, 1869, et chez l'auteur, 21, rue Brézin, Paris.

la numération binaire, en remarquant que

$$2^n + 1 = (1000\ldots 01)_2,$$

c'est-à-dire deux chiffres 1 séparés par $(n - 1)$ zéros, et

$$2^n - 1 = (111\ldots 1)_2,$$

c'est-à-dire le chiffre 1 écrit n fois l'un à côté de l'autre. Les nombres $2^n \pm 1$ sont donc caractérisés dans le système binaire ([1]) par ces deux formes remarquables, et, nous appuyant sur cette observation, voici en quelques mots, l'exposition d'une méthode qui nous paraît s'appliquer heureusement à la décomposition de ces nombres.

» Imaginons un nombre premier $A = 2n + 1$; ce nombre, d'après le théorème de Fermat, divise $2^{2n} - 1$ ou $(2^n - 1)(2^n + 1)$. Écrivons A dans le système binaire; si A divise $2^n + 1$, il faut que, multiplié par un certain nombre que nous pouvons supposer écrit, lui aussi, dans le système binaire, on reproduise la forme (1000... 01). Mais la multiplication de A se fait par un simple déplacement de droite à gauche. On devra donc, par une série de déplacements successifs et convenablement faits du nombre A, arriver, par une addition, à la forme binaire (100... 01), ou à la forme (111... 1), s'il divise $2^n - 1$.

» Nous proposons donc d'écrire une table des nombres premiers dans le système binaire, et, prenant l'un de ces nombres ainsi transformés, de former avec lui un tableau concluant à l'une ou à l'autre des deux formes précédentes. Si l'échiquier ainsi construit possède n cases, on aura trouvé *le plus petit nombre de la forme $2^n + 1$, ou de la forme $2^n - 1$, qui soit divisible par le nombre considéré*. Mais, si aucune des deux formes précédentes n'a été obtenue, on saura du moins que *le nombre premier sur lequel on vient*

([1]) M. Éd. Lucas, dans son Mémoire : *Recherches sur plusieurs ouvrages de Léonard de Pise* (*Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*, t. X, mars, avril et mai 1877), a eu l'idée, qui nous paraît heureuse, d'employer le système binaire à la décomposition des nombres $2^n \pm 1$. Il annonce, p. 36, « qu'il a trouvé le plan d'un mécanisme qui permettra de décider presque instantanément si les assertions du P. Mersenne et du baron Plana sur les nombres

$$2^{53} - 1,\ 2^{67} - 1,\ 2^{127} - 1,\ 2^{257} - 1,$$

qu'ils considéraient comme premiers, sont exactes ». Le Mémoire de M. Landry prouve que $2^{53} - 1$ *n'est pas premier* :

$$2^{53} - 1 = 6361.69431.20394401.$$

d'opérer ne divise aucun nombre de la forme $2^x \pm 1$ *quand* $x \leq n$. Les calculs entrepris auront donc, dans tous les cas, une utilité et des conséquences intéressantes.

» Les tableaux relatifs à la forme (11... 1) réussissent toujours : ainsi le veut le théorème de Fermat ; mais ceux qui sont relatifs à l'autre forme (100... 01) peuvent ne pas aboutir à ce résultat et donner lieu à des calculs se reproduisant périodiquement. Dans ce cas, et aussitôt qu'aparaîtra la périodicité, on pourra dire qu'*aucun nombre de la forme* $2^x + 1$ *n'est divisible par le nombre premier considéré*.

» En se reportant aux travaux de M. Landry, travaux qui ont dû coûter à leur auteur, malgré la méthode qu'il a employée et qu'il n'a pas fait connaître, de longues années de recherches, on pourra constater qu'à quelques exceptions près tous les nombres de son tableau eussent été trouvés par notre méthode, et que, arrivé au nombre 6361, nous eussions prouvé que $2^{53} - 1$ *n'était pas premier*, comme l'avaient cru le P. Mersenne et le baron Plana. Nous n'avons encore appliqué notre procédé qu'aux nombres premiers les plus simples ; mais c'est en pénétrant dans les régions les plus élevées de la table des nombres premiers que se produiront, croyons-nous, des faits nouveaux et intéressants. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction de l'orthose*. Note de M. P. HAUTEFEUILLE, présentée par M. Daubrée.

« L'orthose artificiel peut être préparé en suivant une méthode calquée sur celle qui m'a permis d'effectuer la reproduction de l'albite [1].

» On obtient l'orthose en portant à une température comprise entre 900 et 1000 degrés un mélange d'acide tungstique et d'un silico-aluminate de potasse très-alcalin, contenant 1 équivalent d'alumine pour 6 équivalents de silice. L'acide tungstique forme du tungstate de potasse aux dépens d'une partie de l'alcali du silico-aluminate, qui se trouve ainsi ramené à la composition de l'orthose. Ce silicate cristallise comme s'il était soluble dans le tungstate alcalin.

» On peut remplacer le silico-aluminate par un mélange de silice et d'alumine : la potasse est alors fournie par un tungstate de potasse, qui, pour être fusible à la température de 900 degrés, doit être un tungstate acide.

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1301.

La silice, l'alumine et le tungstate de potasse, en réagissant à cette température, produisent de la tridymite, de l'orthose et des feldspaths tricliniques. Si la silice et l'alumine contenues dans le mélange sont exactement dosées, la tridymite et les feldspaths tricliniques ne tardent pas à disparaître; leurs éléments concourent à l'accroissement des cristaux d'orthose. Après quinze à vingt jours de chauffe, ces derniers cristaux restent seuls et ils sont parfaitement déterminables.

» Le tungstate acide de potasse étant soluble dans l'eau bouillante, il est facile de mettre à nu le silicate sans l'altérer.

» L'analyse montre que les quantités d'oxygène contenues dans la potasse, l'alumine et la silice, qui entrent dans la composition de ce produit, sont entre elles comme les nombres 1 : 3 : 12. Ce sont là les rapports qui caractérisent les feldspaths les plus silicatés : orthose, microcline et albite.

		Rapports.			Rapports.
Silice.........	64,77	12,00	$6SiO^2$........	64,62	12
Alumine......	18,69	2,99	Al^2O^3.........	18,49	3
Potasse.......	15,07	0,96	KO..........	16,89	1
Soude........	0,73				
Perte..... ...	0,74			100,00	
	100,00				

» La petite quantité de soude trouvée dans ces cristaux fait réellement partie de leur composition; car on a constaté par l'examen au microscope entre deux Nicols croisés l'absence de cristaux d'albite et d'inclusion cristalline. Donc ces cristaux ont la composition de l'orthose, et, comme toutes les variétés de cette espèce sont inattaquables par les acides, leur densité est 2,55 à 16 degrés: celle de l'orthose est comprise entre 2,50 et 2,59, d'après M. Damour.

» Les cristaux appartiennent au type monoclinique. La comparaison entre les angles mesurés et les angles assignés à l'orthose établit que la forme cristallographique de ce silico-aluminate de potasse peut être rapportée au même prisme que l'espèce naturelle de même composition chimique.

	Orthose artificiel.	Orthose d'après M. Des Cloizeaux.
m/m............	118°42′	118°48′
p/m............	112.08 et 112°25′	112.16
*p/a*¹............	130.00	129.40

» Les cristaux se clivent avec facilité parallèlement à la base p : c'est le clivage principal de l'orthose.

» Contrairement à ce qui arrive pour l'albite artificielle, les mâcles sont rares dans l'orthose obtenue par la voie sèche.

» La forme dominante des cristaux varie un peu avec la température à laquelle s'est effectuée la cristallisation.

» Dans une préparation faite à la plus haute température à laquelle elle puisse réussir, un peu plus de 1000 degrés, les cristaux sont des prismes à quatre pans terminés par des sommets cunéiformes dont l'arête est parallèle à la diagonale horizontale. Ce coin est formé par la base p combinée avec la face a^1. Ces prismes ont les dimensions assignées à la forme primitive de l'orthose. Toutes les faces sont exemptes de stries.

» Les cristaux préparés à une température un peu moins élevée, 900 degrés environ, sont généralement plus allongés dans le sens vertical. La face a^1 s'observe encore : elle est toujours plus petite que la face p, et elle porte des stries horizontales très-fines. Les arêtes b, de la forme primitive, sont simultanément modifiées par une facette qui répond au symbole $b^{\frac{1}{8}}$ [1]. Ces facettes, quelquefois très-développées, sont striées parallèlement à leur intersection avec la base p.

» Des plaques parallèles au clivage basique examinées au microscope entre deux Nicols croisés permettent de fixer, par rapport aux axes cristallographiques, les deux directions suivant lesquelles la polarisation cesse d'être troublée. L'une de ces directions d'extinction maximum est exactement parallèle à l'arête d'intersection de la face a^1 avec la base p, c'est-à-dire avec la diagonale horizontale de la base; les cristaux sont donc bien monocliniques, comme ceux d'orthose. Ils n'ont pas la forme triclinique limite assignée au microcline par M. Des Cloizeaux.

» Quelques-uns de ces cristaux, taillés en lames minces, sensiblement parallèles à p, n'éteignent pas le rayon polarisé, lorsque le plan de polarisation coïncide rigoureusement avec le plan de symétrie. La diagonale horizontale étant à 2 degrés environ à droite ou à gauche du plan de polarisation, la plaque se partage en quatre secteurs limités par les diagonales de la base rhombe du cristal; deux de ces secteurs sont colorés, tandis que les deux autres ne troublent pas la polarisation. La plaque est donc formée de deux parties croisées ayant leurs plans d'extinction

(1) Cette modification n'a pas encore été signalée dans l'orthose naturel.

maximum de part et d'autre des diagonales de la base. M. Mallard a constaté un phénomène analogue sur l'adulaire du Saint-Gothard (¹). C'est là un nouveau rapprochement entre le produit artificiel et l'orthose naturel : les cristaux artificiels peuvent donc se grouper et se pénétrer à la façon de l'adulaire.

» En résumé, les propriétés minéralisatrices du tungstate de potasse permettent de préparer un silicate cristallisé, ayant la composition et les propriétés chimiques de l'orthose. La forme primitive des cristaux a les mêmes angles, à quelques minutes près, que celle de l'orthose, et les propriétés optiques sont celles qui caractérisent le système monoclinique, car l'un des axes d'élasticité optique est perpendiculaire au plan de symétrie.

» Dans les cristallisations réalisées par le tungstate de potasse entre 900 et 1000 degrés, on obtient donc de l'orthose : entre les mêmes limites de température, le tungstate de soude donne de l'albite. Toutes les conditions étant identiques, c'est donc bien la nature de l'alcali qui détermine le pseudo-dimorphisme dans le groupe des silicates $\dot{R}\,\ddot{\underline{Al}}\,\ddot{Si}^6$. »

MÉTALLURGIE. — *Sur la composition et l'emploi industriel des gaz sortant des foyers métallurgiques.* Note de M. L. Cailletet.

« Les remarquables travaux de M. H. Sainte-Claire Deville sur la dissociation, en ouvrant une nouvelle voie de recherches à la Science, ont permis également d'interpréter un grand nombre de phénomènes métallurgiques, qui jusqu'alors étaient restés inexpliqués.

» En recueillant les gaz qui circulent dans la partie la plus chaude des foyers où s'élabore le fer, j'ai pu, au moyen d'un appareil analogue à celui de M. Deville, établir que la composition de ces gaz refroidis brusquement diffère complétement des résultats donnés par les analyses d'Ebelmen. Cet habile métallurgiste, ignorant les phénomènes de la dissociation, recueillait les gaz en les aspirant lentement au moyen d'un long tube, ce qui amenait nécessairement la combinaison de leurs éléments dissociés.

» Dans les analyses d'Ebelmen, la réaction semble presque toujours complète, tandis que le refroidissement subit des gaz montre que les fumées et les gaz carburés peuvent exister en présence de l'oxygène à la température du fer soudant.

(¹) *Annales des Mines*, 7ᵉ série, 1876, t. X.

» Les gaz recueillis au-dessus de la grille d'un four à réchauffer, en un point où la température est telle que l'œil ne peut supporter l'éclat des briques portées au blanc le plus vif, contiennent :

Oxygène	13,15
Oxyde de carbone	3,31
Acide carbonique	1,04
Azote (par différence)	82,50
	100,00

» Indépendamment de l'oxyde de carbone, on trouve encore dans l'atmosphère oxydante du four un grand excès de charbon divisé qui se dépose en couche épaisse sur le tube *chaud* et *froid* qui sert à l'aspiration.

» Dans les usines métallurgiques, les gaz, en sortant des fours à souder, sont généralement dirigés sous des générateurs qui produisent ainsi, sans dépense, la dépense nécessaire au fonctionnement des machines.

» Les gaz se refroidissent donc rapidement contre les parois de la chaudière; aussi, après un parcours de 15 mètres, leur température est-elle inférieure à 500 degrés; ils sont alors formés de :

Oxygène	7,65
Oxyde de carbone	3,21
Acide carbonique	7,42
Azote (par différence)	81,72
	100,00

» On peut conclure de cette analyse que la quantité d'oxygène a diminué de près de moitié, en réagissant non pas sur l'oxyde de carbone dont la proportion a peu varié, mais sur le charbon divisé qui existe en grande quantité, ainsi que je l'ai montré, dans l'atmosphère du four. Le refroidissement et l'extinction des gaz arrête toute réaction, et, lorsque ces derniers sont rejetés par la cheminée d'appel, ils contiennent encore. comme on le voit, de grandes quantités de principes combustibles.

» Les recherches que j'ai faites, dans le but de tirer parti de ces gaz, restés jusqu'à présent sans emploi, m'ont démontré qu'il est facile de les rallumer en les faisant passer sur un foyer, en même temps qu'on ralentit leur mouvement.

» C'est dans ce but que j'ai fait établir dans mes forges de Saint-Marc (Côte-d'Or) un four de grandes dimensions, qui reçoit les gaz à leur sortie du générateur. En arrivant dans ce four, dont la section est de plus de

3 mètres carrés, les gaz perdent une grande partie de leur vitesse en même temps qu'ils s'allument en passant au-dessus d'une petite grille, sur laquelle on brûle des escarbilles ou quelque combustible de peu de valeur.

» La température élevée qui se développe dans ces conditions est utilisée dans mes usines pour le recuit des tôles. On sait, en effet, que le laminage rend le fer aigre et cassant, et qu'il se recouvre d'oxyde adhérent dans les fours de tôlerie. En chauffant pendant douze heures les feuilles ainsi altérées, dans des caisses de fonte bien closes disposées dans le four à gaz dont je viens de parler, on constate, après le refroidissement complet, que les feuilles sont devenues parfaitement malléables et que l'oxyde a disparu en laissant les surfaces nettes et brillantes. Cette réduction s'explique facilement si l'on se rappelle les belles recherches de MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, sur le passage de l'hydrogène à travers les métaux rougis; j'ai eu également l'honneur de faire connaître à l'Académie diverses expériences (1) qui établissent qu'en plongeant dans un foyer un tube de fer aplati l'hydrogène traverse ses parois et leur fait reprendre en s'y accumulant leur forme première. Les gaz, qui ont pénétré dans la caisse de fonte sous l'influence de parois rougies, sont donc essentiellement réducteurs et produisent en peu de temps la désoxydation complète des surfaces métalliques.

» En résumé, on peut conclure de mes expériences :

» 1° Que les gaz sortant des foyers métalliques contiennent encore, même après leur passage sous des générateurs à vapeur, une quantité importante de principes combustibles et qu'à l'aide des procédés que j'ai décrits il est facile de les allumer de nouveau et de les brûler presque complétement ;

» 2° Que le passage des gaz réducteurs à travers des parois métalliques rougies peut recevoir en métallurgie des applications qui ne se borneront pas sans doute au cas particulier que j'ai rapporté. »

CHIMIE. — *Formation de l'acide iodeux par l'action de l'ozone sur l'iode.* Note de M. J. **Ogier**, présentée par M. Berthelot.

« L'iode, d'après Schœnbein, est oxydé par l'ozone; mais ce savant chimiste s'est borné à signaler le phénomène sans en étudier la marche ni les produits. C'est cette étude qui fait l'objet de la présente Communication.

» 1° On peut opérer, soit en faisant agir l'oxygène ozoné sur la vapeur d'iode, soit en soumettant à l'effluve électrique un mélange d'oxygène et

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 327 et 1057.

d'iode. Dans un cas comme dans l'autre, les produits sont les mêmes : le degré ultime d'une oxydation suffisamment prolongée est toujours une matière blanche ou jaunâtre, inaltérable à l'air, soluble dans l'eau sans décomposition apparente, et dans laquelle l'oxygène et l'iode, dosés par l'acide sulfureux, puis par le nitrate d'argent, se trouvent unis dans les rapports qui constituent l'acide iodique.

» Dans certains cas, j'ai obtenu une poudre jaune difficilement soluble dans l'eau, et dont les propriétés se rapportaient à l'acide hypo-iodique de Millon.

» 2° *Formation de l'acide iodeux.* — Il m'a paru intéressant de chercher à isoler particulièrement les produits de l'oxydation inférieure de l'iode ; il est difficile d'y réussir complétement, l'ozone réagissant à mesure sur les premiers produits oxydés, ainsi que sur la vapeur d'iode à laquelle ils sont mélangés. Voici cependant la disposition dont je me suis servi pour tenter d'arriver à ce résultat.

» Un courant assez rapide d'ozone, fourni par l'appareil de M. Berthelot, était conduit par un tube intérieur jusqu'au fond d'un ballon contenant de l'iode maintenu à une température de 40 ou 50 degrés. L'ozone étant détruit immédiatement au contact de la vapeur d'iode, les particules solides formées étaient entraînées avec l'excès d'oxygène par une tubulure latérale. Une série de tubes de verre étroits, contenant des spirales de platine, servaient à briser le courant gazeux et à arrêter ces particules solides, dont la ténuité est extrême, et dont la condensation ne s'opère qu'avec de grandes difficultés. Cependant, lorsque le courant d'oxygène est convenablement réglé et lorsque l'iode, l'ozone et toutes les parties de l'appareil sont rigoureusement desséchés, on arrive à recueillir en quelques heures 50 ou 60 milligrammes de matière, que l'on enferme immédiatement dans des tubes scellés.

» Ce produit est d'un jaune clair, pulvérulent, extrêmement léger. Traité par l'eau, il donne lieu à un précipité d'iode. Exposé à l'air humide, il semble disparaître en quelques secondes. En réalité, il n'est point volatil, mais il tombe en déliquescence en se réduisant à un volume extrêmement inférieur à son volume apparent primitif ; des pesées précises ont montré qu'il y a, dans ce cas, une augmentation de poids s'élevant jusqu'à 23 pour 100 : il se forme ainsi un liquide sirupeux qu'un excès d'eau décompose en iode libre et acide iodique dissous :

$$5IO^3 = 3IO^5 + I^2.$$

» Chauffé vers 125-130 degrés, ce composé se détruit brusquement avec dégagement d'iode et d'oxygène, mais laisse toujours un faible résidu d'une matière blanche (acide iodique), destructible à son tour en iode et oxygène sous l'influence d'une température plus haute.

» J'ai donc été conduit à considérer cette matière comme un mélange d'un oxyde inférieur de l'iode avec de petites quantités d'acide iodique (10 à 12 pour 100). En effet, l'iode et l'oxygène, obtenus et mesurés dans les produits volatils de la décomposition ménagée, celle-ci étant opérée vers 150 degrés, se trouvent dans les rapports de poids qui constituent l'acide iodeux IO^3. C'est ce que montrent les analyses suivantes :

	I.	II.	III.
Iode	0,190	0,221	0,247
Oxygène	0,036	0,040	0,047
Rapport de l'iode à l'oxygène	5,27	5,52	5,25
Rapport calculé	5,29 (¹). »		

CHIMIE. — *Sur la solubilité du sucre dans l'eau.* Note de M. H. COURTONNE.

« La détermination de la solubilité du sucre dans l'eau présente un certain intérêt au point de vue pratique. En effet, dans la fabrication, après la première récolte (premier jet), qui s'obtient immédiatement dans l'appareil à cuire dans le vide, les sirops sont soumis dans les citernes à une température qui varie de 40 à 45 degrés, pour produire la cristallisation des deuxième et troisième jets. Il est donc utile de connaître aussi exactement que possible la proportion du sucre que peut retenir, en dehors de l'action des sels, une quantité d'eau déterminée. Sur cette question, qui semble facile à résoudre, les chimistes cependant sont loin d'être d'accord.

Solubilité du sucre à 12gr,5. — D'après M. Berthelot et M. Scheibler, 100 grammes d'eau dissolvent 200 grammes de sucre, ou 100 grammes d'une solution saturée renferment 66gr,66 de sucre. D'après M. Maumené, 100 grammes d'eau dissolvent 300 grammes de sucre, ou 100 grammes d'une solution saturée renferment 75 grammes de sucre, à la température ordinaire (+ 15°). Cette différence de 33 pour 100, dans les

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

résultats obtenus par des observateurs aussi expérimentés, ne doit évidemment tenir qu'à la manière dont on a opéré.

» J'ai étudié de nouveau la question. Voici comment les expériences ont été disposées :

» On a fait dissoudre à chaud (+ 60°) 300 grammes de sucre dans 100 grammes d'eau. Après vingt-quatre heures, tout le sucre était resté bien dissous; mais, lorsqu'on a ajouté à la solution $0^{gr},200$ de sucre finement pulvérisé et tamisé, une quantité considérable de sucre s'est immédiatement précipitée. La sursaturation était donc rendue évidente. Ensuite on a placé le flacon dans une bassine qui recevait un courant d'eau dont la température était de $12^{o},6$.

» On a pesé, d'autre part, 100 grammes d'eau et 200 grammes de sucre (avec un léger excès de ce dernier) dans un autre flacon qui a été mis à côté du premier.

» Après quinze jours d'agitation fréquente, pendant lesquels la température n'avait pas sensiblement varié, on a pesé successivement, dans une capsule de platine tarée, un échantillon des deux sirops et l'on a évaporé à l'étuve, au-dessous de 100 degrés, jusqu'à ce que la perte de poids fût nulle. On a obtenu ainsi les poids de matière sèche, autrement dit de sucre, renfermés dans les sirops.

» Voici les chiffres :

» Solution faite à chaud et désursaturée avec amorce par refroidissement, devant, par conséquent, donner un chiffre maximum : 100 grammes d'eau dissolvent $199^{gr},74$ de sucre.

» Solution faite à froid, devant donner par conséquent un chiffre minimum : 100 grammes d'eau dissolvent $197^{gr},550$ de sucre.

Ou, en moyenne, 100 grammes d'eau dissolvent $198^{gr},547$ de sucre à $12^{o},5$.

» Il résulte de ces expériences, qui semblent à l'abri de toute objection et qui confirment sensiblement l'exactitude de celles de M. Berthelot et de M. Scheibler, que, à la température ordinaire, 100 grammes d'eau dissolvent 200 grammes de sucre, au lieu de 300 grammes selon M. Maumené.

Solubilité du sucre à 45 degrés. — M. Scheibler trouve qu'à 46 degrés 100 grammes d'eau dissolvent 400 grammes de sucre, tandis que, d'après M. Berthelot, la température de 80 degrés est nécessaire pour avoir une solution saturée de cette concentration.

» J'ai dû employer, pour rechercher la solubilité du sucre à 45 degrés, une méthode différente de celle qui m'avait servi à la même détermination, à la température ordinaire. Il n'était pas possible, en effet, de conserver constante cette température pendant un temps assez long pour être certain que la saturation ou la désursaturation fût complète.

» J'ai choisi la méthode indiquée par M. Gernez, dans ses belles études sur les solutions sursaturées : la méthode de l'amorce, que M. Margueritte a appliquée industriellement à la désursaturation des liqueurs sucrées

alcooliques, dans son procédé d'extraction du sucre des mélasses par l'alcool.

» Voici les détails des expériences :

» On a fait à chaud (entre 75 et 80 degrés) quatre solutions sucrées renfermant, pour 100 grammes de solution, 78, 77, 76 et 75 grammes de sucre. Je n'ai pu obtenir, à cette température, la dissolution complète de 80 grammes de sucre dans 20 grammes d'eau, ce qui aurait dû avoir lieu si le chiffre indiqué par M. Scheibler était exact. On a laissé refroidir à 45 degrés les solutions qui, sous l'influence de $0^{gr},200$ de sucre amorce ajoutés à ce moment, ont précipité une quantité abondante de sucre, tandis qu'une solution de 70 grammes de sucre pour 100 grammes de solution, dans les mêmes conditions, a dissous immédiatement l'amorce ajoutée. Il était donc évident que la solubilité du sucre se trouvait comprise entre 70 et 75 pour 100.

» Mais, comme aussi l'amorce précipite du sucre dans des solutions renfermant seulement 74, 73 et 72 pour 100 de sucre, tandis qu'elle se dissout complétement dans une liqueur contenant 70,8 de sucre, on avait alors la preuve que la solubilité du sucre se rapprochait sensiblement de 70,8 et 72 pour 100.

» On a fait alors une solution à 71 pour 100 de sucre. L'amorce, ajoutée quand la température de la liqueur est descendue à 45 degrés, s'est dissoute en partie; une nouvelle quantité d'amorce n'a pas disparu.

» D'où il résulte clairement que la solubilité du sucre à 45 degrés est de 71,05 pour 100 (un peu plus de 71 pour 100).

» *Conclusion.* — En résumé :

100 grammes d'eau dissolvent	$198^{gr},647$	de sucre	à $12^{\circ},5$
100 » » »	245^{gr}	»	à 45°

ou, en d'autres termes,

Une solution de sucre saturée	à $12^{\circ},5$	renferme $66^{gr},5$	pour 100 de sucre.
» »	à 45°	» 71^{gr}	»

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits d'oxydation du camphre.* Note de M. J. de Montgolfier, présentée par M. Berthelot.

« Le camphre donne facilement par hydrogénation un alcool, et se distingue des acétones par ses produits d'oxydation; mais, bien qu'il possède les propriétés fondamentales des aldéhydes, plusieurs chimistes l'en séparent absolument, se fondant sur l'action de l'acide nitrique, qui donne, du premier coup et sans intermédiaire, l'acide camphorique au lieu d'un acide monobasique comparable à l'acide acétique. L'oxydation lente ou l'emploi de réactifs moins énergiques ne donnant pas à ce point de

vue de meilleurs résultats, toutefois l'acide monobasique, acide camphique, a été obtenu par M. Berthelot, par voie indirecte, en faisant réagir sur le camphre la potasse alcoolique.

» J'ai constaté sa formation dans des conditions d'oxydation directe : il suffit de remplacer le camphre par son dérivé sodé pour obtenir par la seule action de l'oxygène de l'air les acides camphique et camphorique, suivant les équations

$$C^{20}H^{15}NaO^{2} + O^{2} = C^{20}H^{15}NaO^{4},$$
$$C^{20}H^{15}NaO^{2} + O^{6} = C^{20}H^{15}NaO^{8}.$$

» La solution de camphre sodé dans un carbure absorbe, en effet, l'oxygène à froid, et plus rapidement à chaud. En faisant passer un courant d'air sec dans cette solution maintenue en légère ébullition, on obtient un mélange d'acide camphique, d'une résine acide et d'acide camphorique. Ce dernier ne se forme qu'en petite quantité, si l'air n'a pas été en excès et si la température a été relativement peu élevée. On redissout le mélange dans la potasse étendue, et l'on précipite par un acide en fractionnant les produits. La résine se sépare la première, entraînant une trace d'acide camphorique; on parvient, en recommençant ce traitement, s'il est nécessaire, à un produit à peu près pur et comparable à l'acide camphique ordinaire.

» C'est de même un corps visqueux, plus ou moins coloré, plus lourd que l'eau dans laquelle il est insoluble, soluble dans l'alcool, etc. Le sel de soude, rigoureusement neutre, donne avec le sulfate de cuivre un précipité volumineux, qui a la composition et les propriétés du camphate de cuivre préparé avec l'acide camphique ordinaire. Ces sels ont donné, en centièmes :

Cuivre............	15,45
»	15,4
La théorie exige....	15,9

Le camphate de cuivre ainsi obtenu possède ses propriétés normales; il se dissout dans l'alcool, la benzine, etc.; en un mot, il ne se distingue pas du camphate ordinaire.

» En faisant, au contraire, passer rapidement un grand excès d'air dans la solution de camphre sodé, maintenue en vive ébullition, il se forme principalement de l'acide camphorique. Le précipité obtenu en acidifiant la solution alcaline est à peu près solide et peu coloré; distillé avec pré-

caution, il donne des aiguilles qui, purifiées par une seule cristallisation dans l'alcool, ont donné à l'analyse

$$\begin{matrix} C = 65,22 \\ H = 8,2 \end{matrix} \quad \text{Calcul pour } C^{20}H^{14}O^{6} \left\{ \begin{matrix} C = 65,9 \\ H = 7,7 \end{matrix} \right.$$

» C'est donc de l'acide camphorique anhydre, mêlé d'une trace de produits étrangers. Ce corps fond, en effet, à 213-215 degrés, est peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool bouillant, d'où il se dépose par refroidissement en longues aiguilles; insoluble dans les alcalis à froid, il s'y dissout lentement à chaud : en précipitant cette solution par l'acide nitrique, on obtient un acide fondant à 183 degrés (acide camphorique ordinaire), donnant par la chaleur de l'eau et un sublimé cristallin qui, repris par l'alcool bouillant, cristallise en longues aiguilles, etc. L'ensemble de ces propriétés caractérise l'acide camphorique.

» Cette formation d'acide camphorique rendait probable son obtention par l'oxydation de l'acide camphique ordinaire; mais il était important de voir si cet acide non cristallisable ne renfermait pas d'autre composé susceptible de donner de l'acide camphorique. Bien que la présence de l'acide campholique dans l'acide camphique n'ait été positivement reconnue par aucun observateur, je me suis assuré de son absence dans les produits que j'ai employés, soit en distillant avec de la vapeur d'eau, soit en détruisant l'acide camphique par distillation sèche.

» Le permanganate de potasse oxyde facilement l'acide camphique en solution neutre ou légèrement alcaline, en donnant un nouvel acide, acide oxycamphique, puis l'acide camphorique, suivant les équations

$$C^{20}H^{16}O^{4} + O^{2} = C^{20}H^{16}O^{6},$$
$$C^{20}H^{16}O^{6} + O^{2} = C^{20}H^{16}O^{8}.$$

» L'acide oxycamphique est un liquide incolore et sirupeux; traité de nouveau par le permanganate, il donne, en même temps que l'acide camphorique, un peu d'acide acétique et un autre acide cristallisé dont je n'ai pu faire l'analyse.

» Le mélange des deux acides est sublimé, puis repris par un alcali étendu et froid : l'acide camphorique anhydre indissous est ensuite purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool bouillant. Les aiguilles, parfaitement blanches, ont donné à l'analyse

$$\begin{matrix} C = 65,6 \\ H = 7,56 \end{matrix} \quad C^{20}H^{14}O^{6} \left\{ \begin{matrix} C = 65,9 \\ H = 7,7 \end{matrix} \right.$$

» C'est donc bien de l'acide camphorique anhydre dont j'ai vérifié toutes les propriétés.

» Cette réaction et les précédentes prouvent une fois de plus qu'on ne doit employer que des agents peu énergiques et des actions ménagées pour étudier la constitution des composés organiques; elles fixent aussi, d'une façon définitive, la formule qu'on doit attribuer à l'acide camphique, et confirment, en s'ajoutant aux preuves accumulées par M. Berthelot, la fonction aldéhydique du camphre.

» Dans d'autres conditions, qui n'ont pas été absolument définies, l'acide camphique donne un autre produit cristallisé, sans doute suivant l'équation

$$C^{20}H^{16}O^4 + O^4 = C^{18}H^{16}O^4 + C^2O^4.$$

Ce nouvel acide existe en petite proportion dans l'acide camphique brut, d'où il est facile de le retirer en profitant de son insolubilité dans le sulfure de carbone. Purifié par cristallisation dans l'alcool, il a donné à l'analyse

$$\begin{array}{l} C = 69,13 \\ H = 10,18 \end{array} \qquad \text{Calculé } C^{18}H^{16}O^4 \left\{ \begin{array}{l} C = 69,23 \\ H = 10,25 \end{array} \right.$$

chiffres qui s'accordent avec la formule précédente. Il paraît prendre naissance, en effet, en présence de l'air et de camphate alcalin additionné d'un excès de potasse. Cet acide ne diffère de la phorone que par H^2O^2, relation qui est celle du camphre avec l'acide campholique; je propose donc de l'appeler *phoronique*, sans faire d'ailleurs aucune hypothèse sur sa constitution. »

HISTOLOGIE. — *Note sur les disques accessoires des disques minces dans les muscles striés.* Note de M. J. Renaut, présentée par M. Cl. Bernard.

« Amici découvrit le premier le disque mince des muscles et l'appela *strie intermédiaire*. Dans le schéma qu'il donna du muscle, la striation transversale était composée comme suit : disque épais, disque mince et retour de la série dans toute la longueur du faisceau primitif. Depuis lors, Brücke, appliquant à l'étude des muscles la lumière polarisée, constata qu'entre deux disques successifs on ne rencontre pas une seule bande biréfringente répondant au disque épais, mais souvent une série de bandes anisotropes. Actuellement, la construction d'un segment musculaire peut être résumée ainsi; il se compose successivement de : 1° un disque mince, 2° une demi-

bande claire, 3° un disque épais ordinairement divisé en deux segments par une strie claire intermédiaire, 4° une demi-bande claire, 5° un disque mince. Mais dans un muscle ainsi constitué, tétanisé tendu et fixé dans sa forme, à cet état, par le procédé de M. Ranvier, puis examiné à la lumière polarisée, chaque demi-bande claire située au-dessus et au-dessous du disque épais paraît traversée par une traînée de substance biréfringente comme le disque épais et le disque mince. Cette traînée a reçu le nom de *disque accessoire*.

» Toutes les bandes transversales étant anisotropes, l'examen à la lumière polarisée ne permet d'établir entre elles aucune différence; c'est pourquoi les histologistes qui se sont succédé ont admis que la nature des disques transversaux quelconques était identique, et que ces diverses parties étaient contractiles. Dans cet ordre d'idées, il était indifférent de rattacher les disques accessoires aux disques épais ou aux disques minces. Mais, tout récemment, M. Ranvier a montré que la nature du disque mince était absolument distincte de celle du disque épais, et que ce dernier seul paraissait doué de contractilité. Il devenait donc dès lors intéressant de savoir si les disques accessoires étaient des parties contractiles analogues aux disques épais, ou des *pièces de charpente* (Ranvier) analogues aux disques minces.

» La question ne peut être jugée sur une préparation de muscle tétanisé tendu et fixé dans sa forme par l'acide osmique, car l'action de l'osmium empêche d'opérer ultérieurement des colorations électives permettant de reconnaître la nature des différents disques superposés. C'est pourquoi certains histologistes ont pensé que les disques accessoires faisaient partie des disques épais et n'étaient qu'un morcellement de la substance contractile, tandis que d'autres ont affirmé que ces disques étaient plus spécialement des accessoires du disque mince. Pour tourner la difficulté et juger la question, j'ai eu recours à l'artifice suivant.

» L'une des pattes d'un insecte un peu volumineux (le Lucane cerf-volant m'a paru le meilleur objet d'étude) est arrachée sur l'animal vivant. A l'aide d'une seringue à injection, munie d'une canule-trocart, introduite dans le segment thoracique de la patte de l'animal, je pratique, sous forte pression, une injection interstitielle d'alcool absolu. L'alcool, en pénétrant, excite directement le muscle qui fournit d'abord une série de contractions, comme il le fait sous l'influence d'un courant interrompu. Au bout de peu d'instants, ce muscle entre en contraction tétanique, en vertu de laquelle

les segments périphériques de la patte s'inclinent sur l'article thoracique par un mouvement continu. Je saisis alors le tarse et je l'étends en m'opposant au mouvement de flexion. Je le maintiens tendu jusqu'à ce que la substance musculaire soit fixée dans sa forme par le réactif coagulant. Chaque faisceau primitif est de la sorte fixé-tétanisé-tendu: il présente, dans l'état de contraction, son maximum de développement; tous ses disques superposés sont écartés les uns des autres et comme étalés; il peut, de plus, être soumis aux colorations électives que l'alcool n'empêche pas de s'opérer.

» Dans cet état, le muscle dissocié, coloré lentement par le picrocarminate et examiné dans la glycérine *neutre*, montre les détails suivants : tous les disques épais sont colorés en rose; les bandes claires le sont en jaune, les disques minces paraissent chacun sous forme d'une traînée de grains brillants quand on éloigne l'objectif, obscurs quand on le rapproche et non colorés par le carmin. Dans la bande claire jaune, au voisinage du disque épais, on voit, au-dessus et au-dessous du disque mince, les disques accessoires sous forme d'une traînée de grains tout à fait identiques à ceux du disque mince, et non colorés, comme eux, par le carmin. Les disques *accessoires* se comportent donc, en présence du picrocarminate, absolument comme les disques minces, ce qui conduit dès maintenant à penser qu'ils sont de véritables *disques minces accessoires*.

» Mais ce qui montre bien que les disques accessoires sont de véritables disques minces surnuméraires, c'est qu'ils possèdent d'autres réactions histochimiques, caractéristiques de ces derniers. On sait que, si l'on introduit, dans une préparation de muscle colorée au picrocarminate, un mélange de glycérine et d'acide acétique ou formique à $\frac{1}{200}$, les disques épais se décolorent et deviennent transparents, tandis que les disques minces persistent et se teignent en rouge, c'est-à-dire que l'élection est complétement intervertie. Les préparations de muscles fixés-tétanisés-tendus et colorées par le picrocarminate, puis traitées par la glycérine acide, montrent les disques épais devenus incolores et des bandes claires, colorées en rose, traversées par le disque mince et les deux disques accessoires, formant trois rangées parallèles de grains colorés en rouge foncé.

» Cette contre-épreuve permet d'affirmer pleinement que, dans un segment musculaire compris entre deux disques minces successifs, deux au moins des disques accessoires doivent être morphologiquement rattachés aux disques minces, puisqu'ils se comportent exactement comme eux en présence des mêmes réactifs. La striation musculaire est donc constituée par une succession de disques épais, seuls contractiles, et de bandes claires

traversées chacune par un disque mince et deux disques accessoires, analogues entre eux au point de vue de la forme, et jouant vraisemblablement un rôle identique dans la fonction ([1]). »

MÉDECINE. — *De l'analgésie obtenue par l'action combinée de la morphine et du chloroforme.* Note de M. GUIBERT, présentée par M. Cl. Bernard. (Extrait.)

« J'ai fait connaître à l'Académie, dans une Communication que j'ai eu l'honneur de lui adresser le 18 mars 1872, les résultats que j'avais obtenus chez l'homme, par l'action combinée de la morphine et du chloroforme. J'avais constaté deux états bien distincts, qui ne sont que deux degrés différents d'action du chloroforme chez le sujet préalablement soumis à l'influence de la morphine : 1° l'analgésie; 2° l'anesthésie.

» De mes nouvelles observations, rapprochées de celles qui avaient fait l'objet de ma première Communication, je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» La période d'analgésie, obtenue par l'action combinée de la morphine et du chloroforme, débute avant la période d'excitation, se complète dès que les troubles intellectuels se manifestent, soit avec agitation, soit avec somnolence, pendant laquelle on obtient des réponses plus ou moins incohérentes aux questions qu'on adresse aux opérés.

» Le début de l'ivresse due à l'action combinée diffère de celui de l'ivresse due au chloroforme, en ce que l'hyperesthésie est remplacée par l'analgésie, en ce que les phénomènes d'excitation, souvent presque nuls, sont toujours moins prononcés qu'ils ne le seraient avec le chloroforme seul. Bien qu'insensible à la douleur, le patient conserve les sensations tactiles, auditives, visuelles, et répond, plus ou moins juste, aux questions qu'on lui adresse.

» Pour obtenir cet état d'analgésie complète, outre les précautions conseillées toutes les fois que l'on doit recourir au chloroforme, il faut pratiquer une injection sous-cutanée de chlorhydrate de morphine, au moins quinze minutes avant l'inhalation ([2]).

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

([2]) La dose de 10 milligrammes de chlorhydrate de morphine ne donne souvent qu'une analgésie incomplète.

La dose habituelle sera de 15 milligrammes. On pourra la porter à 20 milligrammes chez

» Si la période d'excitation a passé souvent inaperçue, ainsi que l'analgésie qui la précède et l'accompagne, c'est qu'on n'a point eu la précaution de faire causer continuellement les patients, en les prévenant à l'avance qu'ils devront toujours répondre aux questions qu'on leur adresse.

» Dès que l'on constatera ou le vertige de l'ivresse, ou l'incohérence des idées, avec agitation ou somnolence, l'analgésie sera complète, malgré la persistance des autres sensations. Il suffira, dès lors, de maintenir cet état par l'inhalation ménagée du chloroforme, en se guidant sur l'état de l'intelligence et des sens du sujet, pour que le chirurgien puisse pratiquer les opérations les plus douloureuses, sans cris, sans plaintes, sans agitation difficile à contenir. L'opéré ne conserve point toujours le souvenir de son ivresse et n'a pas toujours conscience de l'opération pratiquée.

» Cet état d'analgésie s'accompagne d'un certain engourdissement des mouvements volontaires et de la disparition des contractures musculaires, de manière à rendre indolente et facile la réduction de beaucoup de luxations. Avec la précaution de s'arrêter aux premiers troubles de l'intelligence, on pourra recourir à l'analgésie, même dans les opérations où le chirurgien a besoin du concours de l'opéré.

» Avec la précaution d'éviter l'anesthésie, le chirurgien se mettra, aussi complétement que possible, à l'abri de la syncope. En effet :

» 1° Il évitera la dépression profonde des forces nerveuses et l'anémie cérébrale de la période d'anesthésie complète, pendant laquelle la syncope est si souvent mortelle, surtout après une excitation violente;

» 2° D'après M. Mollow, la morphine, en atténuant la sensibilité des muqueuses respiratoires, aux premières inhalations du chloroforme, supprime le point de départ des actions réflexes, si dangereuses sur les centres respiratoires et vasomoteurs;

» 3° Au contraire de ce qui se passe dans l'excitation chloroformique avec hyperesthésie, il n'y a plus à craindre, avec l'analgésie de l'action com-

---

les sujets vigoureux, et surtout chez ceux qui sont adonnés à l'usage des boissons alcooliques, afin de prévenir une période d'excitation violente.

Les doses de chloroforme devront être très-modérées. Il suffit quelquefois de le faire respirer avec un flacon débouché à large tubulure.

Dans un cas d'amputation de cuisse, le Dr Allo n'a employé que 8 à 10 grammes de chloroforme, dont l'inhalation n'a pas été continuée pendant l'opération.

binée, que le traumatisme ne détermine des actions réflexes intenses sur le cœur.

» La cause de syncope, sur laquelle M. Perrin a justement insisté, quand on opère pendant l'excitation, se trouve ainsi supprimée. »

OSTRÉICULTURE. — *Sur les causes de la coloration violacée des huîtres du bassin d'Arcachon.* Note de M. **Descoust**, présentée par M. Claude Bernard.

« Une Note, parue à ce sujet dans le journal *la Gironde,* et reproduite par la presse parisienne, attribuait cette coloration anomale aux iodure et bromure que devaient contenir en proportions exagérées les eaux du bassin, vu leur grande concentration, par suite de l'absence de pluie et de l'extrême sécheresse des mois de juin, juillet et août dans cette région.

» Un ostréiculteur du bassin d'Arcachon, M. Venot, m'avait prié de rechercher les causes de cette coloration anomale, et m'avait envoyé à cet effet des huîtres, de l'eau de mer, de la vase des parcs, des varechs et des algues qui y vivent. Après quelques recherches inutiles, mon attention se trouva attirée sur un fait assez singulier.

» J'avais plongé, pour les étudier, dans un peu d'eau de mer destinée à les conserver fraîches, quelques algues rougeâtres. Avant d'en faire l'analyse, je voulus les laver à l'eau distillée, pour les débarrasser des impuretés qu'elles pouvaient contenir. Quel ne fut pas mon étonnement de voir l'eau de lavage prendre aussitôt une magnifique teinte pourpre carminée, d'autant plus surprenante que l'eau de mer, dans laquelle elles étaient plongées depuis plusieurs jours, n'avait pris aucune coloration! La cause de la couleur des huîtres devait être trouvée.

» Une étude plus complète de l'algue elle-même et de son extrait aqueux coloré confirma mes prévisions.

» 1° Examinées au microscope, les frondes de cette algue renferment une masse de spores d'un beau rouge carmin.

» 2° Elles ne communiquent aucune coloration à l'eau de mer *actuelle* du bassin.

» 3° Elles colorent en rose pourpre l'eau de mer actuelle, suffisamment diluée.

» 4° Traitées par l'alcool et l'éther, elles abandonnent une matière colorante d'un beau vert émeraude, analogue à la chlorophylle.

» Traitées par l'eau distillée et l'eau ordinaire, elles donnent une magni-

fique couleur pourpre carminée, légèrement fluorescente, dont la solution aqueuse présente les caractères suivants :

» 1° Chauffée, elle se décolore avant l'ébullition, en prenant une teinte verdâtre.

» 2° Elle est décolorée par la soude, l'ammoniaque et la potasse.

» 3° L'hydrogène sulfuré et l'acide sulfurique lui donnent une teinte violet foncé.

» 4° L'acide chlorhydrique et l'eau chlorée lui donnent une teinte légèrement violette.

» 5° L'acide azotique lui restitue en partie la coloration que lui enlèvent les alcalins et la chaleur.

» 6° Ni le chloroforme, ni la benzine ne peuvent lui enlever sa matière colorante.

» 7° Une exposition prolongée à l'air et à la lumière altère considérablement sa belle couleur et la fait presque disparaître.

» Sans entrer plus avant dans le détail des expériences, je puis maintenant donner une explication de la coloration anomale des huîtres du bassin d'Arcachon, en attribuant les causes de cette coloration à la présence, en quantité considérable, dans les parcs d'élevage, de cette petite algue, qui doit appartenir à la belle famille des Rhodospermées ou Floridées, genre *Rytiphlœa tinctoria* d'Agarth.

» Très-abondante dans les parcs et les creusements d'Arcachon, cette algue, violette à sa maturité, dit M. Venot, cause de grandes pertes aux éleveurs, car elle s'attache aux valves des jeunes huîtres et les entraîne souvent hors des parcs par les gros temps.

» Vivant si près des huîtres, elle doit leur fournir, par ses spores, une alimentation très-abondante, mais aussi très-colorée, dont ces mollusques s'assimilent la matière colorante qu'ils conservent, plus ou moins modifiée, dans les lobes de leur manteau et leurs lamelles branchiales, quand les pluies ou les brouillards ne viennent pas, entre deux marées, diluer suffisamment l'eau des parcs pour leur permettre de s'en débarrasser.

» Or, cette année, la sécheresse ayant été extrême dans tout le bassin d'Arcachon, il en est résulté que les huîtres se sont trouvées gorgées de matière colorante, qu'elles n'ont pu éliminer au contact des brouillards ou de l'eau des parcs suffisamment diluée par les pluies, car nous savons que cette matière colorante n'est soluble que dans l'eau douce ou dans l'eau de mer actuelle du bassin *suffisamment diluée* (1)

---

(1) Cette matière colorante, non éliminée, est aussi la cause du goût particulier qu'offrent cette année les huîtres, qui n'ont jamais été aussi grasses à pareille époque, dit M. Venot, car l'algue en question possède, comme presque toutes ses congénères, des principes azotés nutritifs, altérants (iode, etc.), et légèrement vermifuges (mousse de Corse). Le

» Les éleveurs et les consommateurs ne doivent donc pas trop se préoccuper de cette coloration anomale, appelée à disparaître dans le courant de l'hiver et probablement à se reproduire dans les étés secs ou chauds.

» Une étude plus complète des algues et de leurs propriétés tinctoriales pourrait peut-être permettre de créer des rivales heureuses aux huîtres vertes de Marennes, si appréciées des gourmets. »

ZOOLOGIE. — *Sur les migrations et les métamorphoses des Ténias des Musaraignes.* Note de M. A. VILLOT.

« Les Musaraignes de nos bois hébergent plusieurs espèces de Ténias, qui ont été découvertes, décrites et figurées par Dujardin. Le *Tænia scutigera* habite l'intestin du *Sorex tetragonurus;* le *Tænia scalaris,* le *Tænia tiara* et le *Tænia pistillum* sont parasites du *Sorex araneus.*

» Dujardin avait observé ces quatre espèces à l'état d'œufs, d'embryons, de strobiles et de proglottis; il avait même, pour l'une d'elles, étudié et représenté la formation du strobile. S'appuyant sur ces faits, notre savant helminthologiste crut pouvoir reconstituer la série entière du développement :

« Il est bien certain, dit-il, que l'embryon qu'on voit se mouvoir dans l'œuf, et qui est au moins trois fois plus étroit que la tête des jeunes, doit devenir la tête seule; après s'être développé entre les villosités intestinales, il perd ses premiers crochets, acquiert successivement sa trompe et ses ventouses, puis il commence à produire les articles suivants, exclusivement destinés à la reproduction. »

» Ce que Dujardin affirmait avec tant de certitude, en 1845, dut paraître bien douteux lorsqu'on eut découvert les métamorphoses et les migrations si compliquées du *Tænia solium* et d'autres espèces congénères; mais il n'en est pas moins vrai qu'on a ignoré jusqu'ici où et comment les Ténias des Musaraignes passent de l'état de *proscolex* à celui de *scolex.*

» Or, je suis en mesure aujourd'hui de combler cette lacune, que Dujardin n'avait pas même soupçonnée. Le passage s'effectue chez les Gloméris, et la forme intermédiaire qu'il s'agissait de trouver est précisément celle que j'ai fait connaître tout récemment sous le nom de *Staphylocyste.* Le *Staphylocystis bilarius* appartient à une espèce très-voisine du *T. scuti-*

---

célèbre vermifuge chinois de Tche-fou, dont la composition a été déterminée par le grand phycologiste suédois Areschoug, renferme beaucoup d'algues du genre *Rytiphlœa.*

gera et du *T. scalaris*, qui diffèrent eux-mêmes très-peu l'un de l'autre. Les crochets ont la même forme et les mêmes dimensions; ils mesurent de $0^{mm},033$ à $0^{mm},040$. Leur nombre est de *dix* chez le *T. scutigera*, de *douze* chez le *T. scalaris*. Le *Staphylocystis bilarius* a ordinairement *quatorze* crochets, dont la longueur atteint aussi $0^{mm},040$. L'écart dans le nombre est si faible, que l'on peut se demander si Dujardin n'a point observé des individus d'une même espèce, ayant perdu plus ou moins de leurs crochets. Les figures de l'*Atlas* de l'*Histoire naturelle des Helminthes* sont malheureusement insuffisantes pour résoudre cette question ([1]). Quant au *Staphylocystis micracanthus*, il faut le rapporter, sans aucune hésitation, au *T. pistillum*.

» Il est maintenant facile, en tenant compte des mœurs de leurs hôtes successifs, de résumer l'histoire de ces parasites. Les proglottis, individus adultes, chargés d'œufs et d'embryons, se détachent du strobile et sortent de l'intestin de la Musaraigne, mêlés aux excréments; puis, les embryons percent leurs enveloppes, et, devenus libres, attendent patiemment, dans le terreau humide sur lequel ils ont été déposés, le moment où ils pourront s'introduire dans le corps des Gloméris. Leur migration doit d'abord être purement passive; car on ne saurait s'expliquer autrement ce fait important, que les Staphylocystes se trouvent toujours fixés sur les tubes de Malpighi. Ils pénètrent très-probablement dans l'estomac de leurs hôtes avec les débris de végétaux à moitié décomposés dont ceux-ci se nourrissent. A l'entrée de l'intestin, les embryons peuvent s'engager dans les vaisseaux biliaires, y cheminer pendant quelque temps, puis traverser leurs parois, pour aller s'établir dans le tissu adipeux qui entoure ces organes. Arrivés au gîte, ils perdent leurs crochets, devenus inutiles, passent à l'état vésiculaire, prolifèrent et se transforment en scolex. Une Musaraigne, venant à rencontrer un Gloméris infesté, ne manquera pas de le dévorer tout comme un autre, introduisant dans son propre estomac, d'un seul coup, une centaine de scolex. Ceux-ci, parvenus dans l'intestin de l'insectivore, s'y fixeront, bourgeonneront à leur tour et formeront des strobiles. Les proglottis de ces derniers acquerront des organes génitaux et donneront naissance à une nouvelle génération. De cette manière, le

---

([1]) Les proglottis adultes des deux espèces se distinguent par des caractères importants. Les orifices génitaux du *T. scutigera* sont irrégulièrement alternes et situés à l'angle antérieur; ceux du *T. scalaris* sont unilatéraux et situés au milieu du côté. Il y a aussi une légère différence dans les dimensions des crochets des embryons.

Myriapode et le petit Mammifère se nourrissent; et leur parasite commun, en changeant d'hôte, parvient à se reproduire : nouvel exemple, et des plus remarquables, de cette admirable corrélation d'effets qui constitue l'harmonie générale de la nature. »

ZOOLOGIE. — *Sur certaines monstruosités de l'*Asteracanthion rubens. Note de M. Alf. Giard.

« Sur la plage de Wimereux, où l'Étoile de mer commune (*Asteracanthion rubens*) est excessivement abondante, surtout pendant les mois d'hiver et de printemps, on trouve assez fréquemment, parmi ces animaux, diverses monstruosités intéressantes. C'est ainsi que l'on peut recueillir tous les ans plusieurs individus présentant six rayons au lieu de cinq, qui est le nombre typique de l'espèce.

» Comme le nombre des rayons varie, dans le groupe des *Asteriadæ*, chez des espèces voisines et parfois même chez une espèce déterminée, il était assez naturel de voir dans ces aberrations soit un simple cas de *polymélie*, soit une variation numérique dans la constitution du *cœnobium*, suivant que l'on voulait donner à chacun des rayons d'une Étoile de mer la valeur d'un membre ou celle d'un individu.

» Il n'est pas douteux qu'un bon nombre des *Asteracanthion* à six rayons sont réellement des monstruosités de cet ordre. On trouve, en effet, de temps en temps, des spécimens dont un rayon est bifurqué vers la moitié (¹) ou vers le quart extérieur seulement, et l'on doit expliquer par une semblable division, se faisant au niveau du disque, les cas nombreux d'*hexamélie*, où, à part l'augmentation du nombre des rayons, on ne trouve rien d'anomal dans la constitution de l'Astérie.

» Mais il n'en est pas toujours ainsi. J'ai émis depuis longtemps l'opinion que la symétrie radiaire des Échinodermes n'est qu'apparente, et que les *antimères* de ces animaux sont disposés suivant une spire quinconciale, de telle façon qu'un Oursin ou une Étoile de mer doit être comparé, au point de vue de la morphologie générale, non pas à une corolle régulière, mais aux fleurs symétriques par rapport à un plan, telles que celles des Papilionacées ou des Labiées. Chez ces dernières, en effet, il existe une

(¹) Un fort bel échantillon présentant cette particularité a été recueilli à Wimereux et déposé au Musée de Douai par M. J. de Guerne, préparateur à la Faculté de Médecine de Lille.

combinaison de la symétrie bilatérale et de la disposition en spire qu'on retrouve également chez les Échinodermes. Partant de cette idée, je voulus chercher si les glandes anales de l'*Asteracanthion rubens* n'auraient pas la même valeur morphologique que l'une des paires de cœcum hépatiques. J'ouvris dans ce but un certain nombre d'exemplaires à six bras et je vis avec surprise que plusieurs d'entre eux présentaient deux canaux du sable aboutissant à une plaque madréporique unique, mais formée par la soudure de deux plaques. J'avais donc sous les yeux de véritables monstres doubles. Couch, l'excellent auteur de la faune de Cornouailles, a décrit ([1]) un exemplaire d'*A. rubens* (qu'il appelle, d'après Fleming, *A. glacialis*), possédant huit rayons. Cet individu présentait trois plaques madréporiques, formant les trois angles d'un triangle inscrit entre les bases de quatre rayons; les quatre autres rayons étaient en dehors de ce triangle. Ce spécimen était donc un monstre triple, plus rare évidemment que les monstres doubles dont nous venons de parler, mais tout à fait analogue à ces derniers.

» De ce qui précède, il résulte que les *Asteracanthion rubens* possédant plus de cinq bras peuvent être comparés, tantôt aux cœnobium des *Botryllus*, où le nombre des unités constitutives du cœnobium varie d'un *cormus* à l'autre et parfois sur un même cormus, tantôt aux cœnobium composés des genres *Amarœcium* ou *Polyclinum*. En d'autres termes, ce sont tantôt des monstres doubles, tantôt de simples polyméliens. Il est remarquable que ces deux cas distincts, qui se présentent à l'état tératologique chez l'*Asteracanthion rubens*, existent aussi à l'état normal dans le groupe des Échinodermes. Les *Solaster*, par exemple, ont un nombre variable de bras, mais un seul canal du sable, tandis que certains *Ophiactis* ont plusieurs canaux du sable et sont même susceptibles de se multiplier par une scission spontanée de leurs cœnobium composés en plusieurs colonies indépendantes. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur l'embryogénie des Cestoïdes.* Note de M. **R. Moniez.**

« Les recherches qui suivent ont été faites au laboratoire de Wimereux sur le *Tænia pectinata*, et au laboratoire de la Faculté des Sciences de Lille sur le *Tænia expansa*. M. le professeur Giard a bien voulu m'aider de ses lumières et de ses conseils.

([1]) *Magazine of natural History*, 2e série, n° 27.

» L'œuf de ces Tænias peut facilement s'observer isolé et indépendant de toute masse nutritive. On le voit bientôt après, occupant le centre d'une sphère deutoplasmique granuleuse, dépourvue de membrane, dont il ne tarde pas à sortir pour rester simplement au contact. Par des divisions successives, il arrive à former une *morula*, pendant que la masse deutoplasmique, qui semble animée d'une vie propre, après avoir indiqué en son centre un, puis deux noyaux, se partage en deux masses égales, véritables cellules, mais fortement chargées d'éléments graisseux. Aussitôt le commencement de la division, une membrane vitelline a été formée autour de l'embryon. Les deux sphères deutoplasmiques, sans se diviser davantage, glissent peu à peu sur les côtés de la masse morulaire qu'elles finissent par envelopper, mais une grande partie de la matière qui les forme reste au pôle de l'œuf, d'où elles sont parties. On peut voir, pendant longtemps encore, le noyau et le nucléole de ces cellules qui ont persisté aux côtés de l'œuf.

» Après avoir formé, par des divisions successives, des sphérules de plus en plus petites, la *morula* se différencie en deux parties : l'une centrale, que, en raison de sa situation, j'appellerai *endodermique ;* l'autre, périphérique, qui sera l'exoderme. Entre ces deux feuillets, il existe une cavité décelée d'abord par les réactifs, mais qui, plus tard, s'accuse avec une grande netteté : on peut la considérer comme la cavité du corps. L'exoderme devient granuleux, ses cellules se fondent les unes dans les autres, à part un petit nombre qui souvent persistent comme témoins ; il est condamné à la résorption. La masse centrale conserve ses caractères, elle montrera plus tard les six crochets caractéristiques. Dans la cavité du corps, apparaissent alors des granulations très-fines, fort abondantes, qui, par leur multiplication, en augmentent beaucoup les dimensions. Elles se disposent d'abord de manière à former une figure ovoïde correspondant à la forme de l'embryon, puis elles s'amassent en deux points, et déterminent ainsi deux protubérances qui se développent en longues cornes convergentes. Les granulations disparaissent ensuite, laissant à leur place une membrane chitineuse pyriforme, dont l'embryon occupe le gros bout ; en même temps, l'exoderme devient de plus en plus finement grenu, puis indistinct ; la masse vitelline se résorbe, se rétracte, prend souvent une disposition triangulaire, ou laisse, entre les deux cellules laminées qui la forment, une solution de continuité plus ou moins large qui laisse voir l'appareil pyriforme.

» Avec l'apparition des crochets, dont on observe facilement les mouve-

ments étendus dans tous les sens, on peut suivre le détachement de la masse endodermique des parois de l'appareil pyriforme qui s'est formé autour d'elle. L'embryon s'enveloppe d'une membrane chitineuse propre et apparaît avec les caractères qu'on lui connaît.

» J'ai rencontré l'appareil chitineux que je viens de décrire rapidement chez les *Tænia expansa* et *pectinata*, chez les *Tænia omphalodes* et *denticulata* (?) et chez une espèce indéterminée, non indiquée dans le lapin de garenne. En outre, une figure de l'œuf du *Tænia perfoliata*, que donne Dujardin, présente quelque chose de très-analogue. Il semble que l'on ait affaire à une particularité des Tænias inermes, en rapport peut-être avec les migrations.

» Pour ce qui concerne la délamination du blastoderme, je pense qu'elle constitue un fait général. Les stades que j'ai obtenus çà et là, chez diverses espèces, me confirment dans cette idée, et les rares figures de stades isolés de l'œuf des Tænioïdes, données par les auteurs, peuvent parfaitement être interprétées dans ce sens. Il est intéressant de voir la masse deutoplasmique, que je considère comme l'homologue de la membrane ciliée des Bothriocéphales, Ligules et des Tæniatodes, rester indivise chez certaines espèces, telles que les *Tænia solium* et *serrata*, et augmenter beaucoup de volume, bien qu'elle soit très-promptement séparée par une membrane du reste de l'embryon. La membrane formée de bâtonnets que l'on observe chez ces dernières espèces, entre autres, et dont j'ai pu suivre la formation chez le *Tænia serrata*, a une signification toute différente de celle de notre appareil pyriforme : c'est une membrane exodermique, dans mon interprétation, qui écarte aussi l'idée émise par Leuckart, de la formation de l'embryon uniquement aux dépens de la vésicule germinative.

» Les résultats que je viens d'énoncer ne peuvent servir à fixer la position systématique des Cestoïdes, qui reste toujours douteuse. La première masse vitelline indique déjà une abréviation de l'embryogénie, mais ce fait de l'élimination d'une partie si importante de l'embryon est dû à une condensation extrême du développement. Il ne faut donc point songer à trouver, chez ces types, des éclaircissements qui ne peuvent être donnés que par une embryogénie dilatée. Ce qui est certain cependant, c'est que rien dans ce que j'ai décrit ne rappelle ce que l'on observe chez les autres *Annelés*. Ce qui n'est pas moins évident, c'est que les Tænias sont des animaux relativement élevés, mais considérablement dégradés par leur parasitisme, qui est en effet le plus complet, et qu'ils ne peuvent être aucunement considérés comme de simples *morula*. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les minéraux de bismuth de Bolivie, du Pérou et du Chili.* Note de M. **Domeyko**, présentée par M. Daubrée.

« La Bolivie est le pays le plus riche en minerais de bismuth; les mines qui en produisent des quantités considérables sont celles de Tazna, de Chorolque, d'Oruro et plusieurs autres des environs de Guaina-Potosi, de Sorata, etc. Le bismuth s'y trouve ordinairement associé à l'étain et souvent à l'árgent et à l'or. On a aussi découvert la présence de bismuth dans plusieurs localités au Pérou et au Chili, mais en quantités comparativement très-limitées. Voici les principales espèces de minerais de bismuth qui proviennent de ce pays et qu'on pourrait diviser en trois groupes: *minerais sulfurés, oxygénés* et *métalliques*. Deux d'entre elles me paraissent nouvelles : l'oxysulfure ainsi que le chloro-arséniate et le chloro-antimoniate.

1° MINÉRAUX SULFURÉS.

Bolivite. — Minéral de bismuth oxysulfuré dont la cristallisation paraît appartenir au prisme droit à base rhombe : il est fragile.

» D'après l'analyse que j'en ai faite récemment, je le considère comme un oxysulfure composé de protosulfure (Bi^2S^2) et de sesquioxyde de bismuth (Bi^2O^3).

» *Bismuthine.* — Ce sulfure se trouve en quantité considérable dans les mines de Chorolque, non loin de celles de Tazna, en Bolivie. C'est de cette dernière localité que provient l'espèce oxysulfurée précédente, où on la rencontre souvent accompagnée de bismuth natif et d'oxyde d'étain. Ces deux espèces sont aussi accompagnées des minerais oxydés dont il est question plus loin.

Sulfure double de bismuth et de cuivre. — On en trouve deux espèces, que j'ai antérieurement décrites, dans les mines de Cerro-Blanco, province d'Atacama, au Chili.

» *Sulfure de bismuth riche en argent.* — M. Pflücker vient de le trouver dans la mine Sainte-Mathilde de Morocochu, au Pérou.

2° MINÉRAUX OXYDÉS.

» *Taznite.* — Chloro-arséniate et chloro-antimoniate de bismuth : c'est l'espèce que je trouve en plus grande abondance dans les échantillons de minerai de bismuth qui m'ont été dernièrement envoyés des mines de

Tazna et de Chorolque, en Bolivie. Ce minéral est amorphe et quelquefois imparfaitement fibreux.

» D'après le résultat de mon analyse, ce minéral serait composé d'un équivalent d'acide arsénique ou antimonique, et d'un équivalent de sesquioxyde de bismuth. Il est mélangé, en proportion variable, d'oxyde hydraté et contient toujours deux à trois millièmes de chlore.

» Des minerais analogues et également amorphes et terreux m'ont été envoyés des mines d'argent d'Oruro, en Bolivie.

» *Oxychlorure ou daubréite.* — Cette espèce, que j'ai décrite l'année dernière, vient de la partie superficielle du gisement. Dans la collection des minéraux qui m'ont été envoyés dernièrement de Tazna et de Chorolque, et qui contiennent des sulfures (négrillos), caractérisant la région inférieure des filons, je ne trouve plus que les chloro-arséniates et les chloro-antimoniates.

» *Oxyde de bismuth hydraté compacte et terreux.* — C'est l'espèce la plus commune dans les minerais de Bolivie.

» *Silicate de bismuth hydraté.* — Il accompagne le sulfure de bismuth de Chorolque.

3° MINERAI MÉTALLIQUE.

» *Bismuth natif.* — Assez commun en Bolivie, il accompagne le minéral oxysulfuré de Tazna et ne contient pas de tellure. Dans d'autres localités de Bolivie, on trouve le bismuth natif métallique accompagnant l'or natif.

» *Bismuth telluré.* — Alliage de bismuth et d'argent (argent bismuthal). »

M. GAZAN adresse quelques observations au sujet des photographies solaires communiquées à l'Académie par M. Janssen.

Dans les résultats obtenus par M. Janssen, l'auteur voit une confirmation nouvelle de l'opinion qu'il a déjà plusieurs fois soumise au jugement de l'Académie, et d'après laquelle « le Soleil est, comme la Terre, une masse en voie de refroidissement; il est aujourd'hui composé de matières en fusion contenues dans une enveloppe solide, surmontée d'une couche pâteuse à la surface de contact, liquide et lumineuse à la surface supérieure, et qui supporte une atmosphère de gaz et de vapeurs ».

« M. CHASLES présente, de la part de M. le professeur *P. Riccardi*, une Notice bibliographique sur les œuvres d'Alexandre Volta, extraite des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Lettres et Arts de Modène*, dans laquelle se trouvent des recherches bibliographiques très-étudiées et très-étendues,

en vue d'une nouvelle édition complète des œuvres de l'immortel inventeur de la colonne électrique qui porte le nom impérissable de *pile de Volta*.

» Un second opuscule est un exemplaire de la Notice que M. Riccardi a insérée dans le *Bulletin* de M. le prince Boncompagni, et dont j'ai dit quelques mots dans notre séance du 15 octobre dernier, Notice concernant un géomètre d'origine française (de Château-Thierry), *François del Sole*. M. Riccardi a réuni dans cette Notice tous les documents, assez nombreux, qu'il est parvenu à se procurer, sur la vie et sur l'ouvrage de ce géomètre, intitulé : *Libretti nuovi con le Regole*, qui a eu plusieurs éditions, dont la première était de 1546. Dans cet ouvrage se trouvait, indépendamment des règles de calcul, ce qui se rapporte à la mesure des terres, à la Géométrie, à l'Architecture, à toutes les parties de l'Astronomie, etc., et même des distiques latins adressés STUDIOSIS. »

« M. Larrey présente à l'Académie, de la part de M. *Georges Otis*, chirurgien assistant de l'armée américaine, un Rapport au chirurgien général *Sur le transport des malades et des blessés par les bêtes de somme*.

» L'auteur a condensé, dans cet intéressant travail, les recherches les plus utiles faites à ce sujet par la Chirurgie militaire et les sociétés de secours, dans les armées modernes, comme l'avait fait déjà, plus complétement, en Angleterre, M. Thomas Longmore, inspecteur général du service de santé militaire ([1]). Un grand nombre de planches intercalées dans le texte représentent les divers systèmes de transport et d'attelage, à dos de cheval ou de mulet, dans les positions les plus variées.

» M. Otis ne fait pas mention, cependant, du transport par les bœufs, dans quelques contrées de l'Europe, ni du transport par les éléphants dans les Indes. Il ne parle pas surtout du transport par les chameaux ou dromadaires usité en Orient, tel que Larrey l'avait institué autrefois lors de l'expédition d'Égypte. On pourrait même aujourd'hui en faire une nouvelle application aux cacolets, dans la guerre actuelle de la Russie et de la Turquie, au milieu de tant de misères et de difficultés qui entravent les soins nécessaires au transport des malades et des blessés. »

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

([1]) *A treatise on the transport of sick and wounded troops.*

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 NOVEMBRE 1877.

Connaissance des temps ou des mouvements célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1879, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1877; in-8°.

Ostéographie des cétacés vivants et fossiles; par MM. VAN BENEDEN et P. GERVAIS; liv. 15, texte et planches. Paris, A. Bertrand, 1877; texte in-4°, planches in-folio.

Des anomalies de nombre de la colonne vertébrale chez l'homme; par M. P. TOPINARD. Paris, E. Leroux, 1877; br. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Étude stratigraphique de la partie sud-ouest de la Crimée; par Ernest FAVRE, suivie de la *Description de quelques Échinides de cette région; par* M. PERCEVAL DE LORIOL. Genève, Bâle, Lyon, H. Georg, 1877; in-4°. (Présenté par M. Hébert.)

Traitement curatif des maladies de la gorge et du nez et des surdités catarrhales. Étude pratique du gargarisme laryngo-nasal; par le Dr GUINIER. Paris, Germer-Baillière, sans date; br. in-18. (Présenté par M. Bouillaud, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 1877, octobre. Paris, Dunod, 1877; in 8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires; Collection in-8° t. IV, 2e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1877; in-8°.

Notes sur une nouvelle coupe observée à Rilly-la-Montagne, près Reims; par G. DOLLFUS. Lille, Six-Horemans, 1876; br. in-8°.

Terebripora capillaris. *Bryozoaire nouveau du terrain dévonien du Cotentin; par* M. G. DOLLFUS. Caen, impr. Le Blanc-Hardel, 1877; br. in-8°.

Note sur des empreintes attribuables à une Actinie (? Palæactis vetula) *dans les schistes cambriens des moitiers d'Allonne; par* M. G. DOLLFUS. Cherbourg, impr. Bedelfontaine et Syffert, 1875; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Dumas** annonce à l'Académie, au nom de la Commission chargée de préparer les expéditions pour l'observation du passage de Vénus en 1874, que la première Partie du tome Ier de la collection des documents publiés par cette Commission est en distribution au Secrétariat. Elle contient l'ensemble des procès-verbaux des séances de la Commission.

La IIe et la IIIe Partie de ce volume ayant été antérieurement publiées et distribuées, le tome Ier est maintenant complet.

HYDROGRAPHIE. — *Positions géographiques des principaux points de la côte de Tunisie et Tripoli.* Note de M. **E. Mouchez.**

« Pendant la campagne hydrographique du *Castor,* dans les golfes des Syrtes, en 1876, nous avons déterminé, dans de bonnes conditions, par des observations astronomiques faites à terre, la latitude et la longitude d'une cinquantaine de points à peu près également répartis dans une étendue de 300 lieues de côte, et qui ont servi de base pour la construction de nos cartes.

» A l'aide d'une série continue de stations au théodolite, nous avons relié à ces points principaux toutes les côtes intermédiaires.

» Les observations astronomiques ont été faites avec un bon théodolite de Brunner donnant les 10 secondes.

» Nous avions quatre chronomètres, dont trois étaient excellents et n'ont guère varié, dans leur marche diurne, que d'une demi-seconde en plus ou en moins autour de la marche moyenne pendant nos douze mois de campagne; leur compensation était parfaite dans les faibles écarts de température que nous avons éprouvés, le thermomètre s'étant continuellement maintenu, dans l'armoire des montres, entre 15 et 26 degrés.

» Les différences de longitude ont été déterminées à l'aide de traversées fort courtes, de deux, trois à quatre jours; et, toutes les fois que cela a été possible, on a repassé par les mêmes points pour multiplier les résultats obtenus, en accroître l'exactitude et vérifier les marches diurnes.

» L'état absolu des chronomètres était obtenu en chaque point pour midi, à l'aide d'observations d'angles horaires faites matin et soir à égale distance du méridien, ou à l'aide de hauteurs correspondantes. L'heure était connue, par ce procédé, à 2 ou 3 dixièmes de seconde près. Les latitudes étaient déterminées par quinze ou vingt distances zénithales doubles du Soleil à 5 ou 6 secondes près.

» La déclinaison de l'aiguille aimantée a été observée à l'aide d'un bon théodolite-boussole, de Brunner, qui nous donnait cet élément à 2 ou 3 minutes près par une facile et courte opération.

» J'ai été assisté dans ces observations par M. l'enseigne de vaisseau Delacroix, que j'avais chargé des chronomètres et qui est devenu, en peu de temps, fort habile observateur, et par M. le lieutenant de vaisseau Vincent, pour les observations de la déclinaison.

» Notre travail s'est étendu vers l'est jusqu'à Benghazi, extrémité orientale de la grande Syrte, point où commencent la Cyrénaïque et les travaux des hydrographes anglais sur la côte d'Égypte.

» Je donne dans le tableau suivant les positions des villes et des trente principaux points faciles à retrouver en tout temps comme formant des caps ou des points remarquables.

» Notre collègue, M. Lœwy, assisté des officiers d'état-major, ayant relié très-exactement, à l'aide du télégraphe, le réseau géodésique algérien au méridien de Paris, j'ai pu obtenir les longitudes absolues de tous les points où j'ai observé, en les rapportant à ce réseau. Nous avons fait pour cela quatre traversées de trois à quatre jours entre *Tunis*, notre point de départ, et la frontière algérienne; l'accord très-satisfaisant de toutes ces observations, la régularité parfaite de la marche de nos chronomètres, et les minutieuses

précautions que nous avons prises nous permettent de compter que toutes les longitudes indiquées dans ce tableau doivent être exactes à 1 seconde de temps près.

» Les quelques rares circonstances où l'on trouve plus de 8 ou 10 lieues d'intervalle entre les observations correspondent à des parties de côte qui n'étaient pas abordables sans trop de danger, soit à cause de l'état de la mer, soit à cause de l'hostilité flagrante des indigènes. On a comblé alors ces lacunes par des observations beaucoup plus multipliées, faites à bord du navire, très-près de terre, et les faibles erreurs qui peuvent en résulter sont tout à fait inappréciables à l'échelle de publication de nos cartes.

POSITIONS GÉOGRAPHIQUES DES POINTS LES PLUS REMARQUABLES DES CÔTES DE TUNIS ET TRIPOLI, ENTRE GABÈS ET BENGHAZI.

(Phare d'Alger. Longitude télégraphique adoptée comme point de départ = $2^{m}55^{s},9$.)

		Déclinaison.	Latitude.	Longitude en temps.
		° ′	° ′ ″	h m s
La Goulette (Tunis)......	Débarcadère près du pont, à l'angle sud-ouest du fort........................	12.34	36.48.49 N	0.31.52,1 E
Sfax.....................	Le quai, près de la porte de la ville ...	12.12	34.43.50	0.33.42,6
Oued Mélah.............	Embouchure de la rivière.............	12.22	34.00.30	0.30.49,3
Gabès....................	Embouchure de la rivière............	12.22	33.53.20	0.31. 6,4
Station 60 (1)...........	Près d'un marabout...................	12.15	34.41 33	0.32. 3,7
Station 62................	Fin ouest de la falaise Edjin, près de l'île Djerba........................	12. 8	33.41.43	0.33.21,1
Houml Souk	Le fort (île Djerba)...................	12. 8	33.53.00	0.34. 4,0
Sidi Zecri................	Marabout sur la côte nord-est de Djerba.	11.55	33.51.34	0.34.33,2
Sidi Garou	Marabout sur la côte est de Djerba.....	11.52	33.46.56	0,34.49,9
Fort Kastine	Pointe S.-E. de Djerba................	11.40	33.41. 2	0.34.29,7
Zarzis....................	La Santé............................	11.45	33.29.52	0.35. 4,7
Fort Biban...............	Façade méridionale	11.42	33.16. 8	0.35.50,5
Station 138..............	Point de la plage à $1^{mille},1$ au sud et 3′40″ à l'est du cap Makabez.........	11.32	33. 5.48	0.37.43,2
Station 155..............	Pointe la plus saillante entre Zouara et Zouaga............................	11.35	32.53.10	0.39.28,
Tripoli	La Santé	11.30	32.54. 1	0.43.21,7
Sidi el Delsi.............	Marabout près de l'oasis de Tadjourah..	11.15	32.53.32	0.44. 1,3
Station 213..............	Sommet du cap le plus saillant de cette partie de la côte....................	11.00	32.48.10	0.45.52,3
Leptis magna............	Entrée du port romain, près de Komz...	10.55	32.38.19	0.47.51,1
Station 193	Première pointe à l'est de Zéliten.. ...	″	32.29.49	0.48.59,7
Cap Masratah............	Fond de la crique, près des maisons, devant le mouillage.................	10.31	32.22.22	0.51.31,7

(1) Les chiffres de la première colonne indiquent les numéros d'ordre des stations du théodolite où l'on a déterminé la position astronomique; en se reportant aux registres et à la carte minute, il sera facile de les retrouver si l'on en a besoin.

			Déclinaison.	Latitude.	Longitude en temps.
				° ′ ″	h m s
Golfe de la grande Syrte.	Station 253	Dune remarquable sur la plage........	//	31.45.45 N	0.52.29,1 E
	Station 252	Pointe de sable à 1 mille,7 de Djebel Kalifa Ali..................................	//	31.19.58	0.54.14,6
	Station 251	Ruines du fort Mersa Zafran, au port de Chebek..........................	10°.00′	31.12.35	0.57. 3,0
	Station 249	Point culminant du cap Soltan........	//	31.04.36	1. 0.11,6
	Station 248	Pointe saillante entre Ras Elberek et Ras el Yehoudya......................	//	30.47.00	1. 3.31,3
	Station 247	Pointe de sable à 2 milles N. 33° O. de Djebel Magta.....................	//	30.19.21	1. 6.14,5
	Station 245	Fond de la crique du port de Brega.....	8.45	30.24.39	1. 9. 0,7
	Station 242	Point de la plage devant les trois écueils.	8.52	30.55.31	1.11. 3,0
Ilot sud des trois écueils...		Le milieu..........................	//	30.53.59	1.10.54,5
Benghazi................		Le quai de la ville, près du débarcadère.	8.50	32. 7. 4	1.10.52,7

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite). Note de M. HERMITE.

« XII. Dans la théorie de la rotation d'un corps autour d'un point fixe O, le mouvement d'un point quelconque du solide se détermine en rapportant ce point aux axes principaux d'inertie Ox', Oy', Oz', immobiles dans le corps, mais entraînés par lui, et dont on donne la position à un instant quelconque par rapport à des axes fixes Ox, Oy, Oz, le plan des xy étant le plan invariable et l'axe Oz la perpendiculaire à ce plan. Soient donc x, y, z les coordonnées d'un point du corps par rapport aux axes fixes, et ξ, η, ζ les coordonnées par rapport aux axes mobiles; ces quantités seront liées par les relations

$$x = a\xi + b\eta + c\zeta,$$
$$y = a'\xi + b'\eta + c'\zeta,$$
$$z = a''\xi + b''\eta + c''\zeta,$$

et la question consiste à obtenir en fonction du temps les neuf coefficients $a, b, c, \ldots$. Jacobi le premier en a donné une solution complète et définitive, qui offre l'une des plus belles applications de calcul à la Mécanique et ouvre en même temps des voies nouvelles dans la théorie des fonctions elliptiques. C'est à l'étude des résultats si importants découverts par l'immortel géomètre que je dois les recherches exposées dans ce travail, et tout d'abord l'intégration de l'équation de Lamé, dans le cas dont je viens de m'occuper, où l'on suppose $n = 1$; on va voir en effet comment la théorie de la rotation, lorsqu'il n'y a point de forces accélératrices, se trouve étroitement liée à cette équation.

» Pour cela je partirai des relations suivantes, données dans le tome II du *Traité de Mécanique* de Poisson, p. 135 :

$$\frac{da}{dt} = br - cq, \quad \frac{da'}{dt} = b'r - c'q, \quad \frac{da''}{dt} = b''r - c''q,$$
$$\frac{db}{dt} = cp - ar, \quad \frac{db'}{dt} = c'p - a'r, \quad \frac{db''}{dt} = c''p - a''r,$$
$$\frac{dc}{dt} = aq - bp, \quad \frac{dc'}{dt} = a'q - b'p, \quad \frac{dc''}{dt} = a''q - b''p,$$

dans lesquelles p, q, r sont les composantes rectangulaires de la vitesse de rotation, par rapport aux mobiles Ox', Oy', Oz'. Cela étant, des conditions connues

$$p = \alpha a'', \quad q = \beta b'', \quad r = \gamma c'',$$

où α, β, γ sont des constantes, on tire immédiatement les équations

$$\frac{da''}{dt} = (\gamma - \beta) b'' c'', \quad \frac{db''}{dt} = (\alpha - \gamma) c'' a'', \quad \frac{dc''}{dt} = (\beta - \alpha) a'' b'',$$

dont une première intégrale algébrique est donnée par l'égalité

$$a''^2 + b''^2 + c''^2 = 1,$$

et une seconde intégrale par celle-ci :

$$\alpha a''^2 + \beta b''^2 + \gamma c''^2 = \delta,$$

δ étant une constante arbitraire. Ces quantités α, β, γ, δ sont liées aux constantes A, B, C, h, l du Mémoire de Jacobi, par les relations

$$\alpha = \frac{l}{A}, \quad \beta = \frac{l}{B}, \quad \gamma = \frac{l}{C}, \quad \delta = \frac{h}{l};$$

elles sont donc du signe de l qui peut être positif ou négatif, comme représentant le moment d'impulsion dans le plan invariable. Dans ces deux cas, β sera compris entre α et γ, puisqu'on suppose B compris entre A et C ; mais j'admettrai, pour fixer les idées, que l soit positif. On voit de plus que, δ étant une moyenne entre α, β, γ, peut être plus grand ou plus petit que β : la première hypothèse donne $Bh > l^2$, et Jacobi suppose alors $A > B > C$; dans la seconde, on a $Bh < l^2$, avec $A < B < C$; ces conditions prendront, avec nos constantes, la forme suivante :

I. $\qquad \alpha < \beta < \delta < \gamma,$

II. $\qquad \alpha > \beta > \delta > \gamma,$

et nous allons immédiatement en faire usage en recherchant les expressions des coefficients a'', b'', c'', par des fonctions elliptiques du temps.

» XIII. J'observe, en premier lieu, qu'on obtient, si l'on exprime a'' et c'' au moyen de b'', les valeurs

$$(\gamma-\alpha)a''^2=\gamma-\delta-(\gamma-\beta)b''^2,\quad (\gamma-\alpha)c''^2=\delta-\alpha-(\beta-\alpha)b''^2.$$

Posons maintenant

$$a''^2=\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}V^2,\quad b''^2=\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}U^2,\quad c''^2=\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}W^2,$$

puis

$$k^2=\frac{(\beta-\alpha)(\gamma-\delta)}{(\delta-\alpha)(\gamma-\beta)};$$

il viendra plus simplement

$$V^2=1-U^2,\quad W^2=1-k^2U^2.$$

Introduisons, en outre, la quantité $n^2=(\delta-\alpha)(\gamma-\beta)$; l'équation $\frac{db''}{dt}=(\alpha-\gamma)c''a''$ prend cette forme : $\frac{dU}{dt}=nVW$, et l'on en conclut, en désignant par t_0 une constante arbitraire,

$$U=\operatorname{sn}[n(t-t_0),k],\quad V=\operatorname{cn}[n(t-t_0),k],\quad W=\operatorname{dn}[n(t-t_0),k].$$

» J'ajoute que les quantités $\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}$, $\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}$, $\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}$, $(\delta-\alpha)(\gamma-\beta)$ sont toutes positives et que k^2 est positif et moindre que l'unité, sous les conditions I et II. A l'égard du module il suffit en effet de remarquer que l'identité

$$(\delta-\alpha)(\gamma-\beta)=(\gamma-\alpha)(\delta-\beta)+(\beta-\alpha)(\gamma-\delta)$$

donne

$$k'^2=\frac{(\gamma-\alpha)(\delta-\beta)}{(\delta-\alpha)(\gamma-\beta)},$$

de sorte que k^2 et k'^2, étant évidemment positifs, sont par cela même tous deux inférieurs à l'unité. Ce point établi, désignons par $\varepsilon, \varepsilon', \varepsilon''$ des facteurs égaux à ± 1; en convenant de prendre dorénavant les racines carrées avec le signe $+$, nous pourrons écrire

$$a''=\varepsilon\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\alpha}}V,\quad b''=\varepsilon'\sqrt{\frac{\gamma-\delta}{\gamma-\beta}}U,\quad c''=\varepsilon''\sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\alpha}}W,$$

et la substitution dans les équations

$$\frac{da''}{dt}=(\gamma-\beta)b''c'',\quad \frac{db''}{dt}=(\alpha-\gamma)c''a'',\quad \frac{dc''}{dt}=(\beta-\alpha)a''b''$$

donnera les conclusions suivantes. Admettons d'abord les conditions I : les trois différences $\gamma - \beta$, $\alpha - \gamma$, $\beta - \alpha$ seront négatives, et l'on trouvera $\varepsilon = -\varepsilon'\varepsilon''$, $\varepsilon' = -\varepsilon''\varepsilon$, $\varepsilon'' = -\varepsilon\varepsilon'$; mais sous les conditions II, ces mêmes quantités étant positives, nous aurons $\varepsilon = \varepsilon'\varepsilon''$, $\varepsilon' = \varepsilon''\varepsilon$, $\varepsilon'' = \varepsilon\varepsilon'$; ainsi, en faisant, avec Jacobi, $\varepsilon = -1$, $\varepsilon' = +1$, on voit qu'il faudra prendre $\varepsilon'' = +1$ dans le premier cas et la valeur contraire $\varepsilon'' = -1$ dans le second. Cela posé, et en convenant toujours que les racines carrées soient positives, je dis qu'on peut déterminer un argument ω par les deux conditions

$$\operatorname{cn}\omega = \sqrt{\frac{\gamma - \alpha}{\gamma - \delta}}, \quad \operatorname{dn}\omega = \sqrt{\frac{\gamma - \delta}{\gamma - \beta}};$$

d'où nous tirons $\frac{\operatorname{dn}\omega}{\operatorname{cn}\omega} = \sqrt{\frac{\gamma - \delta}{\gamma - \beta}}$; ces quantités satisfont en effet à la relation

$$\operatorname{dn}^2\omega - k^2\operatorname{cn}^2\omega = k'^2,$$

comme on le vérifie aisément. Je remarque, en outre, que, $\operatorname{cn}\omega$ et $\operatorname{dn}\omega$ étant des fonctions paires, on peut encore à volonté disposer du signe de ω. Or, ayant $\frac{\operatorname{sn}^2\omega}{\operatorname{cn}^2\omega} = \frac{\alpha - \delta}{\gamma - \alpha}$, nous fixerons ce signe de manière que, suivant les conditions I ou II, $\frac{\operatorname{sn}\omega}{i\operatorname{cn}\omega}$, qui est une fonction impaire, soit égal à $+\sqrt{\frac{\delta - \alpha}{\gamma - \alpha}}$ ou à $-\sqrt{\frac{\delta - \alpha}{\gamma - \alpha}}$. Nous éviterons, en définissant la constante ω comme on vient de le faire, les doubles signes qui figurent dans les relations de Jacobi; ainsi, à l'égard de a'', b'', c'', on aura, dans tous les cas, les formules suivantes, où je fais pour abréger $u = n(t - t_0)$:

$$a'' = -\frac{\operatorname{cn}u}{\operatorname{cn}\omega}, \quad b'' = \frac{\operatorname{dn}\omega\operatorname{sn}u}{\operatorname{cn}\omega}, \quad c'' = \frac{\operatorname{sn}\omega\operatorname{dn}u}{i\operatorname{cn}\omega}.$$

Enfin il est facile de voir que $\omega = iv$, v étant réel; de la formule $\operatorname{cn}(iv, k) = \frac{1}{\operatorname{cn}(v, k')}$, on conclut, en effet, $\operatorname{cn}(v, k') = \sqrt{\frac{\gamma - \delta}{\gamma - \alpha}}$, valeur qui est dans les deux cas non-seulement réelle, mais moindre que l'unité.

» XIV. J'aborde maintenant la détermination des six coefficients a, b, c, a', b', c' en introduisant les quantités

$$A = a + ia', \quad B = b + ib', \quad C = c + ic',$$

et partant des relations suivantes :

$$Aa'' + Bb'' + Cc'' = 0,$$
$$iA - Bc'' + Cb'' = 0,$$

qu'il est facile de démontrer. La première est une suite des égalités

$$aa'' + bb'' + cc'' = 0, \quad a'a'' + b'b'' + c'c'' = 0,$$

et la seconde résulte de celles-ci :

$$a = b'c'' - c'b'', \quad a' = b''c - c''b, \quad a'' = bc' - cb', \quad \dots.$$

Qu'on prenne, en effet, les valeurs de a et a', on en déduira

$$a + ia' = (b' - ib)c'' - b''(c' - ic),$$

ce qui revient bien à la relation énoncée. Cela posé, je fais usage des équations de Poisson rappelées plus haut, et qui donnent

$$D_t A = Br - Cq, \quad D_t B = Cp - Ar, \quad D_t C = Aq - Bp,$$

puis, en remplaçant p, q, r par $\alpha a''$, $\beta b''$, $\gamma c''$,

$$D_t A = Bc''\gamma - Cb''\beta, \quad D_t B = Ca''\alpha - Ac''\gamma, \quad D_t C = Ab''\beta - Ba''\alpha.$$

» Mettons maintenant dans la première les expressions de B et C en A, qu'on tire de nos deux relations, à savoir

$$B = \frac{a''b'' - ic''}{a''^2 - 1} A, \quad C = \frac{a''c'' + ib''}{a''^2 - 1} A,$$

on obtiendra aisément

$$\frac{D_t A}{A} = \frac{(\gamma - \beta)a''b''c'' - i(\gamma c''^2 + \beta b''^2)}{a''^2 - 1},$$

ou bien encore

$$\frac{D_t A}{A} = \frac{a'' D_t a'' + i(\alpha a''^2 - \delta)}{a''^2 - 1},$$

et, par un simple changement de lettres, on en conclut, sans nouveau calcul,

$$\frac{D_t B}{B} = \frac{b'' D_t b'' + i(\beta b''^2 - \delta)}{b''^2 - 1},$$

$$\frac{D_t C}{C} = \frac{c'' D_t c'' + i(\gamma c''^2 - \delta)}{c''^2 - 1}.$$

Ces formules seront plus simples si l'on fait

$$A = \mathfrak{a} e^{i\alpha t}, \quad B = \mathfrak{b} e^{i\beta t}, \quad C = \mathfrak{c} e^{i\gamma t};$$

car il vient ainsi

$$\frac{D_t \mathrm{a}}{\mathrm{a}} = \frac{a'' D_t a'' + i(\alpha - \delta)}{a''^2 - 1},$$

$$\frac{D_t \mathrm{b}}{\mathrm{b}} = \frac{b'' D_t b'' + i(\beta - \delta)}{b''^2 - 1},$$

$$\frac{D_t \mathrm{c}}{\mathrm{c}} = \frac{c'' D_t c'' + i(\gamma - \delta)}{c''^2 - 1}.$$

Cela étant, j'envisage la première, et pour un instant je pose $a''^2 - 1 = \mathfrak{a}^2$, ce qui donnera

$$\frac{D_t \mathrm{a}}{\mathrm{a}} = \frac{\mathfrak{a} D_t \mathfrak{a} + i(\alpha - \delta)}{\mathfrak{a}^2} = \frac{D_t \mathfrak{a}}{\mathfrak{a}} + i\frac{\alpha - \delta}{\mathfrak{a}^2}.$$

On en conclut ensuite, en différentiant,

$$\frac{D_t^2 \mathrm{a}}{\mathrm{a}} - \left(\frac{D_t \mathrm{a}}{\mathrm{a}}\right)^2 = \frac{D_t^2 \mathfrak{a}}{\mathfrak{a}} - \left(\frac{D_t \mathfrak{a}}{\mathfrak{a}}\right)^2 - 2i\frac{(\alpha - \delta) D_t \mathfrak{a}}{\mathfrak{a}^3};$$

puis encore, par l'élimination de $\frac{D_t \mathrm{a}}{\mathrm{a}}$,

$$\frac{D_t^2 \mathrm{a}}{\mathrm{a}} = \frac{D_t^2 \mathfrak{a}}{\mathfrak{a}} - \frac{(\alpha - \delta)^2}{\mathfrak{a}^4};$$

mais, comme conséquence de l'équation différentielle,

$$(D_t a'')^2 = (\gamma - \beta)^2 b''^2 c''^2 = [\delta - \beta - (\alpha - \beta) a''^2][\gamma - \delta - (\gamma - \alpha) a''^2],$$

on a la suivante :

$$\frac{\mathfrak{a}^2}{1 + \mathfrak{a}^2}(D_t \mathfrak{a})^2 = -(\delta - \alpha)^2 - (\delta - \alpha)(\beta + \gamma - 2\alpha)\mathfrak{a}^2 - (\beta - \gamma)(\gamma - \alpha)\mathfrak{a}^4,$$

qui peut s'écrire

$$(D_t \mathfrak{a})^2 + \frac{(\delta - \alpha)^2}{\mathfrak{a}^2}$$
$$= -(\delta - \alpha)^2 - (\delta - \alpha)(\beta + \gamma - 2\alpha)(1 + \mathfrak{a}^2) - (\beta - \gamma)(\gamma - \alpha)(\mathfrak{a}^2 + \mathfrak{a}^4).$$

Or on en tire, en différentiant et divisant ensuite les deux membres par $2\mathfrak{a} D_t \mathfrak{a}$,

$$\frac{D_t^2 \mathfrak{a}}{\mathfrak{a}} - \frac{(\delta - \alpha)^2}{\mathfrak{a}^4}$$
$$= -[(\delta - \alpha)(\beta + \gamma - 2\alpha) + (\beta - \alpha)(\gamma - \alpha)] - 2(\beta - \alpha)(\gamma - \alpha)\mathfrak{a}^2.$$

Nous avons donc, après avoir remplacé a^2 par $a''^2 - 1$,

$$\frac{D_f^2 a}{a} = (\beta - \alpha)(\gamma - \delta) - (\delta - \alpha)(\gamma - \alpha) - 2(\beta - \alpha)(\gamma - \alpha)a''^2;$$

c'est le résultat que j'avais en vue d'obtenir. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *L'Échidné de la Nouvelle-Guinée.* Deuxième Note de M. P. GERVAIS.

« Si l'on compare le crâne de l'Échidné de la Nouvelle-Guinée à celui de l'animal de la même famille, qui habite l'Australie, on y remarque plusieurs traits distinctifs justifiant la séparation de cette espèce d'avec celle que l'on connaissait précédemment, et dont quelques-uns contribueront à caractériser le genre que j'ai proposé d'établir pour y placer ce curieux Mammifère ([1]).

» Non-seulement il a une longueur presque double, mais il est arqué, au lieu d'être droit et aplati, à sa face inférieure, et son rostre ou portion faciale, dont la courbure est plus accentuée que celle de la portion contenant le cerveau, est proportionnellement beaucoup plus allongé. La surface palatine en est plus excavée par suite du relèvement des bords de la mâchoire, et elle ressemble davantage à une gouttière. Elle est aussi plus étroite, que l'on considère soit sa région ptérygo-palatine, soit les maxillaires, soit encore l'espace occupé par les intermaxillaires depuis leur implantation dans la fissure antérieure du bord libre des maxillaires jusqu'à leur réunion en avant de l'ouverture extérieure des narines. L'échancrure qui existe entre les ptérygoïdiens ne forme que la moitié d'un ovale, et elle ne se prolonge pas entre les palatins comme dans l'espèce australienne, où elle figure un triangle isoscèle à sommet fort étroit. L'arc supérieur du trou rachidien est aussi plus régulier, et l'on n'y voit pas la petite échancrure ovalaire qui le surmonte dans l'espèce précédemment décrite. La boîte cérébrale est en même temps plus ample, et le moule de sa cavité intérieure montre que les circonvolutions des hémisphères du cerveau sont plus nombreuses.

» D'ailleurs, les principales particularités signalées par les anatomistes qui se sont occupés de l'Échidné ordinaire, Cuvier, M. Owen, etc., s'observent dans celui qui nous occupe, et l'on y trouve une nouvelle confirma-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 837.

tion de l'opinion que l'on s'était faite des affinités de ce dernier lorsque l'on a comparé la famille dont il est devenu le type aux Édentés, plus particulièrement aux Fourmiliers et aux Pangolins. On sait que ces affinités n'avaient pas échappé au naturaliste anglais Shaw, l'un des premiers auteurs qui aient parlé de l'Échidné, puisqu'il en avait fait une espèce de Fourmilier sous le nom de *Myrmecophaga aculeata*.

» Bien que le crâne que nous avons sous les yeux, et qui est celui de notre exemplaire mâle, soit dans un état très-avancé d'ossification et que presque tous les os en soient devenus coalescents, on y retrouve les principaux caractères connus dans l'autre genre d'Échidnidés, et la disposition générale des trous nerveux et vasculaires y est sensiblement la même.

» Le trou sous-orbitaire y présente également une grande longueur (0, 100), et l'on voit aussi extérieurement sur les côtés de la boîte cérébrale, à partir d'un point situé à 0, 008 au-dessus de la cavité glénoïde jusqu'à un autre point enfoncé sous le commencement de la fosse sphéno-orbitaire, le canal particulier à cette famille de Monotrèmes qui est creusé à la face interne d'un os que Cuvier regardait comme étant le temporal. Ce canal file entre cet os par le pariétal. Il existe aussi chez l'Ornithorhynque, mais il y est très-court et plus large. Meckel et M. Owen ont attribué, sans aucun doute avec raison, la plaque osseuse qui le recouvre au zygomatique. Quant au canal lui-même, il reçoit, chez les Échidnidés, une branche artérielle fournie par la carotide externe et qui envoie des rameaux dans les os recouverts par la plaque dont il s'agit et jusque dans le rostre où ils pénètrent par le frontal.

» Le cercle tympanique et le marteau de l'*Acanthoglossus* pourront à leur tour être invoqués à propos des nouvelles interprétations données par MM. Peters et Huxley de la signification anatomique de ces pièces et des rapports que la seconde d'entre elles présente avec le cartilage de Meckel : c'est ce dont on a déjà fait la remarque pour le *Tachyglossus* ou Échidné australien, et c'est ce que justifie la condition inférieure de ces deux genres, qui sont avec l'Ornithorhynque les Mammifères les plus rapprochés des ovipares.

» Une ressemblance remarquable existe entre le faciès général du crâne de l'Acanthoglosse et celui des Aptéryx et pourtant ses caractères principaux, de même que ceux du crâne du *Tachyglossus*, restent conformes à ceux des animaux mammifères envisagés comme classe. »

Une planche lithographiée, représentant le crâne de l'*Acanthoglossus* ou Échidné de la Nouvelle-Zélande, est mise sous les yeux de l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants.* Note de M. SYLVESTER.

« La théorie que j'ai exposée dans mes dernières Communications à l'Académie repose sur le théorème suivant. Commençons par le cas d'une seule quantique du degré i, fonction des variables x et y, soit $(a, b, c, \ldots, l_i)(x,y)^i$. Je nomme différentiant de cette quantique une fonction rationnelle et entière quelconque, qui retient sa valeur quand on substitue pour les coefficients de la quantique donnée les coefficients de la quantique qu'on obtient en substituant $x + hy$ pour x. Alors le nombre de ces différentiants de l'ordre j dans les coefficients et du poids w par rapport à x sera égal à la différence entre deux nombres dont l'un est le nombre de combinaisons de j quelconques des chiffres $0.1.2.\ldots i$ (répétées autant de fois qu'on veut) dont la somme est w, moins le nombre de combinaisons pareilles pour lesquelles la somme est $(w-1)$. Nommons l'opérateur $a\frac{d}{db} + 2b\frac{d}{dc} + 3c\frac{d}{dd} + \ldots = \Omega$. La condition nécessaire et suffisante pour que D soit un différentiant est que ΩD soit identiquement zéro. De là on déduit facilement que le nombre des D linéairement indépendants, dont le poids est w et l'ordre s, soit $D(w:i,j)$, ne peut pas être moins que la différence dont j'ai parlé plus haut, soit la différence $(w:i,j) - (\overline{w-1};i,j)$ Si les équations contenues dans l'identité $\Omega D = 0$ sont indépendantes, la valeur de $D(w:i,j)$ sera égale à $(w:i,j) - (\overline{w-1};i,j)$; si elles ne sont pas indépendantes, ce nombre sera *plus grand* que $(w:i,j) - (\overline{w-1};i,j)$.

» Dans une Communication que je viens d'envoyer au *Journal de M. Borchardt*, j'ai réussi à donner une démonstration rigoureuse de l'égalité de $D(w;i,j)$ à la différence citée qu'on peut nommer $\Delta(w:i,j)$; car, si cette égalité n'était pas vraie pour toutes les valeurs de w, en commençant par la plus grande possible, c'est-à-dire $\frac{ij}{2}$ ou $\frac{ij-1}{2}$, alors on aurait pour cette valeur *maxima* de w

$$D(w:i,j) + D(\overline{w-1}:i,j) + D(\overline{w-2}:i,j) + \ldots + D(0:i,j) > (wi,j);$$

laquelle inégalité ne peut pas avoir lieu, comme je le démontre par une méthode très-belle et très-facile. C'est à M. Cayley qu'on doit l'énoncé de la proposition $D(w:i,j) = \Delta(w:i,j)$; mais ce grand géomètre n'avait réussi qu'à démontrer rigoureusement l'inégalité $D(w:i,j) =$ ou $> \Delta(w:i,j)$.

» On avait même exprimé des doutes sur la vérité de la proposition,

désormais mise à l'abri de toute objection, $D(w:i,j) = \Delta(w:i,j)$. Passons au cas de plusieurs quantiques $(a, b, c\ldots)(x, y)^{i}$, $(a, b, c\ldots)(x, y)^{i'}$, ... J'ai étendu la méthode de M. Cayley à ce cas plus général. Par un procédé analogue au sien pour le cas d'une seule quantique, j'établis la proportion

$$D(w:i,j:i',j':\ldots) = \text{ou} > (w:i,j:i',j':\ldots) - (\overline{w-1}:i,j:i',j':\ldots),$$

où le premier membre de l'équation signifie le nombre de différentiants, linéairement indépendants, appartenant au système de quantiques donné de l'ordre j, j', ..., dans les quantiques successives et du poids w par rapport à $x:(n:i,j:i',j:\ldots)$, signifiant, pour une valeur quelconque de n, le nombre des combinaisons de j des chiffres $(0, 1, 2, 3, \ldots, i)$, de j' des chiffres $(0, 1, 2, \ldots, i')$, ..., dont la somme réunie est égale à n. Alors, par une méthode précisément identique avec celle que j'applique au cas d'une seule quantique, je démontre que l'inégalité

$$\begin{aligned} D(w:i,j:i',j':\ldots) &+ D(\overline{w-1}:i,j:i,j':\ldots) + \ldots \\ &+ D(0:i,j:i',j':\ldots) > (w:i,j:i',j':\ldots), \end{aligned}$$

où w représente la valeur maxima du poids w, ne peut pas avoir lieu et que conséquemment, pour *toutes* les valeurs de w,

$$D(w:i,j:i',j':\ldots) = \Delta(w:i,j:i',j':\ldots).$$

» Donc la théorie de la construction de la fonction génératrice dont je me suis servi reste aujourd'hui sur une base inattaquable. Mais, même en l'absence de cette démonstration nouvellement trouvée, l'évidence de sa vérité, fondée sur l'improbabilité *a priori* d'aucune dépendance sur les autres équations de condition données par la formule $\Omega D = 0$, conjointe avec l'accord parfait des résultats obtenus, en les supposant indépendants avec les résultats qu'on obtient par d'autres méthodes pour tous les cas où l'on pouvait faire la comparaison, suffisait provisoirement comme démonstration *morale* de la vérité supposée. Or, chose bien remarquable, une difficulté de même nature revient quand on se sert de la fonction génératrice non pas en l'appliquant au calcul du nombre des dérivées invariantes linéairement indépendantes d'un type donné, mais en déduisant par son moyen l'échelle des dérivées élémentaires (*grundformen*). En un mot, la difficulté qui, aujourd'hui, a disparu quant à la formation de la fraction génératrice subsiste encore quand on passe à l'interprétation de cette fraction qui conduit à l'échelle de *grundformen*, mais avec une certaine différence. Quant à la proposition qui vient d'être nouvellement démontrée, la diffi-

culté autrefois consistait à démontrer l'absence de rapports syzygétiques quelconques. Mais, dans l'application dont je parle, on admet par nécessité l'existence de certains de ces rapports, qui *se révèlent* comme conséquence de la loi élémentaire de toute combinaison algébrique d'invariants. L'hypothèse que l'on fait, c'est qu'il n'existe pas de tels rapports (pour ainsi dire *cachés*) en dehors de ceux dont l'existence est apparente.

» Si l'on voulait nier l'exactitude de cette hypothèse, voici ce qui arriverait : les formes élémentaires (*grundformen*) obtenues en l'admettant ne cesseraient pas de subsister comme telles; seulement il y aurait la possibilité (pour ainsi dire métaphysique) de l'existence d'autres en plus. Prenons, par exemple, le cas de deux biquadratiques. M. Gordan en a donné 30, dont j'ai démontré que 2 sont superflues : il en reste donc 28. La méthode de M. Gordan ne suffit pas pour démontrer que ce nombre n'est pas encore assujetti à une réduction au-dessous de 28; mais ma méthode, au contraire, quoique laissant provisoirement peser un doute métaphysique sur l'existence de plus de 28, n'en laisse aucun sur la certitude qu'au moins ces 28 subsistent. Donc on est assuré que les 28 en question forment l'échelle fondamentale. La méthode de M. Gordan assure qu'il n'y a pas plus que 28, la méthode anglaise qu'il n'y a pas moins que 28 invariants et covariants élémentaires; donc le nombre est 28, ni plus ni moins. On comprend que l'incertitude dont je parle dans l'application de la méthode anglaise n'est que provisoire et, pour ainsi dire, métaphysique; l'évidence, à dire vrai, est accablante et ne peut laisser subsister aucun doute moral que les rapports syzygétiques cachés ou latents, dont j'ai parlé, n'ont aucun lieu dans la sphère de réalité. Cependant il semble bon de confirmer ce *postulatum*, en donnant encore des exemples, comme je vais le faire, de la conformité des résultats auxquels il conduit avec ceux qu'on obtient par d'autres méthodes. De plus, on doit se rappeler que chacune de mes fractions génératrices donne encore des résultats en dehors de la formation de l'échelle fondamentale, qu'on ne sait pas obtenir par la méthode de M. Gordan ni par aucune autre méthode connue. Elle donne absolument, et sans suggestion à aucun doute métaphysique, le nombre total des invariants, covariants, etc., les mouvements indépendants de degrés et d'ordres donnés, et, une fois la vérité absolue de la conclusion quant à l'échelle fondamentale pour un cas donné étant ou admise ou prouvée par l'évidence elle donne en même temps et immédiatement tous les rapports syzygétiques qui peuvent lier ensemble les formes qui entrent dans l'échelle fondamentale. Bien plus, non-seulement les *grundformen* ne sont pas

indépendantes, mais les équations qui les lient, en général, ne seront pas non plus indépendantes. Voici la vraie idée de ces rapports successifs :

On commence avec les *grundformen*. Alors il y aura des fonctions algébriques, qu'on peut nommer des *syzygants* du premier rang et qui auront la propriété de s'évanouir quand on substituera aux *grundformen* leurs valeurs comme fonctions des coefficients des quantités données. De même il y aura des fonctions algébriques de ces syzygants qu'on peut nommer des syzygants de second rang, qui auront la propriété de s'évanouir quand on substituera pour les syzygants du premier rang leurs valeurs comme fonctions des *grundformen*, et ainsi de suite, de sorte qu'il y aura une succession de syzygants de rangs de plus en plus élevés, et pour les syzygants de chaque rang il y aura une échelle fondamentale finie. Je crois que l'indice des rangs ascendants ne va jamais à l'infini. Sous ce point de vue, on voit que les formes fondamentales (*grundformen*) elles-mêmes peuvent être regardées comme des syzygants du rang zéro. Or ma fraction génératrice donne le moyen d'obtenir l'échelle fondamentale pour les syzygants d'un rang quelconque. Le procédé pour l'obtenir dans les cas du rang zéro et du rang unité est aussi simple pour l'un que pour l'autre. Quant aux syzygants de rang supérieur, le calcul peut être un peu plus compliqué, et je ne me suis pas permis jusqu'à présent d'entrer dans ce calcul. Il est singulier de remarquer l'inversion de rôles qui a lieu entre les deux problèmes, l'un de trouver les formes élémentaires et les syzygants successifs qui en découlent, l'autre de trouver le nombre total de formes dérivées d'un type donné. On aurait pensé *a priori* que la solution du premier problème serait nécessaire pour arriver à la solution du second. Mais, en réalité, la marche de l'investigation est toute contraire. Grâce à l'initiative admirable pour tout jamais de M. Cayley, dans son second Mémoire sur les *Quantics*, on sait comment résoudre d'un seul coup le second problème et de la forme même de cette solution on fait découler pas à pas la solution du premier. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les ondes de diverses espèces qui résultent des manœuvres de l'écluse de l'Aubois*. Note de M. A. de Caligny.

« Quand on vide l'écluse de l'Aubois au moyen de l'appareil de mon invention qui y est construit, l'eau contenue dans les deux tubes verticaux au-dessus du niveau d'aval tombe dans la rigole de décharge, où elle produit un onde *solitaire*. A la période suivante, l'onde *solitaire* résultant de ce

qu'il descend de l'eau de ces tubes quand on soulève celui d'aval est déjà moins forte que pour la première période, la quantité d'eau qui produit cette onde étant diminuée par l'oscillation en retour. Aux périodes suivantes, l'onde *solitaire* dont il s'agit est de moins en moins forte, à mesure que les oscillations en retour diminuent la quantité d'eau, qui doit ainsi tomber dans la rigole de décharge à l'instant où on lève le tube d'aval. Il ne se produit même plus d'onde *solitaire* bien sensible provenant de cette cause, à partir de l'époque où l'oscillation en retour descend assez bas pour vider les tubes verticaux à peu près jusqu'au niveau de l'eau du bief d'aval.

» Il ne faut pas confondre les ondes dont il s'agit avec celles qui peuvent provenir ensuite de l'écoulement de l'eau de l'écluse dans le canal de décharge. Cet écoulement n'est pas du tout d'ailleurs de la même nature que celui au moyen duquel Bidone a introduit un courant d'eau sur un canal rempli d'eau en repos. A l'écluse de l'Aubois, l'eau *partant du repos dans un grand tuyau de conduite* prend *graduellement* de la vitesse ; de sorte qu'en se superposant à l'eau d'aval, elle ne présente pas de surfaces de formes analogues à celles qui ont été observées par Bidone à l'extrémité du courant qu'il jetait sur de l'eau en repos.

» J'ai même exagéré les effets du phénomène, en ne laissant quelquefois qu'une très-petite profondeur d'eau dans la rigole de décharge et tenant le tube d'aval levé bien plus longtemps qu'il ne doit l'être dans les manœuvres de l'appareil.

» Quand on ferme la porte de flot de la rigole de décharge, afin d'étudier cette rigole comme bassin d'épargne, il se présente des effets dont il s'agit d'abord d'apprendre à se débarrasser. L'onde *solitaire* résultant, comme je l'ai déjà dit, de la descente de l'eau contenue dans les tubes verticaux, va frapper l'autre extrémité du bassin d'épargne, d'où elle revient dans la chambre du tube d'aval. Or, il arrive souvent qu'elle y gonfle le niveau précisément à l'époque où ce tube est levé; de sorte que cela diminue la différence de hauteur entre le niveau de l'eau dans l'écluse et cette eau d'aval. Il peut même en résulter que l'écoulement de l'eau de l'écluse augmente le volume de l'onde dont il s'agit, tandis que celle-ci devrait diminuer, comme je l'ai expliqué ci-dessus, à mesure que les oscillations en retour augmentent. Il résulte même de cette combinaison d'effets que des ondes assez puissantes peuvent se promener d'une extrémité à l'autre du bassin d'épargne et diminuer le rendement d'une manière bien sensible.

» On peut obvier à cet inconvénient, en faisant mourir les ondes sur une *plage inclinée*, disposée à l'autre extrémité du canal. Il n'est pas même indispensable que l'inclinaison du plan formant cette plage factice soit très-grande, pour qu'on puisse se débarrasser d'une manière assez convenable du retour des ondes dont il s'agit. Mais il doit être établi très-solidement sur toute la largeur de la rigole de décharge ainsi transformée en bassin d'épargne. On connaît d'ailleurs d'autres *brise-lames*, mais celui-ci a des propriétés que je développerai dans une autre Note.

» J'ai depuis longtemps, dès l'année 1858, employé des plans inclinés de cette espèce pour faire mourir les ondes à l'extrémité d'un canal factice, de manière à pouvoir en produire un nombre indéfini et à étudier, en les isolant successivement les uns des autres, divers phénomènes des vagues, qui se confondent ensemble quand on les observe plus en grand dans la nature en liberté. Désirant conserver l'appareil de l'Aubois, de manière à pouvoir, au besoin, y varier des études de natures diverses, je n'y ai jusqu'à présent disposé qu'une *plage inclinée partielle* en planches, et seulement dans la partie rétrécie où se trouve la porte de flot, qui sépare au besoin la rigole de décharge du bief d'aval. J'ai notablement diminué ainsi la force de retour des grandes ondes. Mais j'ai reconnu que, pour les amortir d'une manière tout à fait convenable, il vaudrait incomparablement mieux disposer un plan incliné en maçonnerie sur toute la largeur de la rigole de décharge, et surtout ne pas se contenter d'une construction aussi provisoire, d'autant plus que, la rigole dont il s'agit étant courbe, à l'écluse de l'Aubois, la partie la plus élevée des ondes se trouve dans la concavité, tandis que le plan incliné n'a pu jusqu'à présent être disposé que dans la partie rétrécie, qui est précisément du côté de la paroi convexe. On peut voir, pour mieux comprendre ces divers détails, les dessins à l'échelle de l'appareil de mon invention dont il s'agit, dans le *Cours de navigation intérieure* de M. de Lagrené, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, t. III, *Pl. XV* et *XVI*.

» Il se présente un effet intéressant quand on remplit l'écluse, en faisant fonctionner les deux tubes mobiles, surtout dans le cas où l'on considère le jeu de l'appareil, abstraction faite de toute considération relative à un bassin d'épargne. Lorsque, le tube d'aval étant levé, l'eau d'aval entre dans le grand tuyau de conduite de l'appareil à la suite de l'eau en mouvement qui se dirige vers le sas, la surface de l'eau de la rigole de décharge s'infléchit d'assez loin vers la chambre du tube d'aval pour entrer sous ce tube, et il y

a une grande masse d'eau en mouvement se dirigeant de ce côté. La vitesse s'éteint graduellement dans le grand tuyau de conduite. Il en résulte que la grande masse d'eau en mouvement, dont je viens de parler, ne trouvant plus assez d'issue par ce tuyau de conduite, occasionne un gonflement dans la chambre du tube d'aval et par suite des *ondes* en sens contraire. On est averti par une sonnette automatique de l'époque où il est utile de baisser le tube d'aval. Il est, d'ailleurs, bien à remarquer que cela n'exige pas autant de précision que semble l'indiquer la vitesse des ondes dont il s'agit, qui ne forment pas un *courant*, comme on peut le croire au premier aperçu. Elles transportent, il est vrai, de l'eau, mais en quantité insignifiante, relativement à la vitesse des ondes qui sont déjà loin du tube d'aval avant qu'il soit redescendu de l'écluse une quantité d'eau de quelque importance.

» Les diverses considérations indiquées dans cette Note sont essentielles pour qu'on puisse bien se rendre compte de la manière dont on doit interpréter les résultats obtenus à l'appareil de l'Aubois, dans l'état où il est, au moyen des diverses manœuvres indiquées dans mes Notes des 28 mai et 19 novembre 1877.

» Lorsqu'on remplit ou qu'on vide le sas, en levant alternativement les tubes mobiles, abstraction faite des grandes oscillations initiales et finales, il ne se présente pas dans l'écluse de phénomènes analogues à ceux qui ont été observés par Bidone, dans le cas où il introduisait ou interrompait un courant d'une manière brusque. La vitesse de l'eau qui entre ou sort est d'abord nulle, augmente graduellement et redevient graduellement nulle. Mais, s'il n'y a pas de vagues bien apparentes, il y a successivement aux deux extrémités de l'écluse des exhaussements graduels très-sensibles de la surface liquide.

» Plus il y a d'eau dans le sas pour une dénivellation de ce genre d'une hauteur donnée, moins cela doit imprimer de vitesse alternative à la masse d'eau inférieure dans le sens de l'axe de l'écluse. On conçoit d'après cela que, en supposant même toutes choses égales d'ailleurs, il est intéressant, pour diminuer les chances d'oscillation des bateaux, de se servir des grandes oscillations initiales et finales signalées dans mes Notes précitées, et même d'en exagérer un peu l'emploi, d'autant plus que les dernières périodes de l'appareil de vidange, relevant peu d'eau relativement aux premières, peuvent être supprimées avec quelques avantages, probablement même quant au rendement, à cause de l'augmentation que cela permet de donner à la grande oscillation finale de vidange, tout en abrégeant la durée de

l'opération complète. Il suffit d'ailleurs de prendre quelques précautions, en employant des cordes d'une force convenable, pour que les mouvements alternatifs dont il s'agit n'aient pas d'inconvénient sérieux, selon les observations faites par M. Vallès, inspecteur général des Ponts et Chaussées, dans les expériences sur l'écluse de l'Aubois, qui ont été l'objet d'un Rapport favorable à l'Institut, le 18 janvier 1869, même avant mes études les plus essentielles sur les grandes oscillations initiales et finales ([1]).

M. P. DE TCHIHATCHEF fait hommage à l'Académie du second et dernier fascicule du tome II de sa traduction de « La végétation du globe, d'après sa disposition suivant les climats; par *A. Grisebach* ».

([1]) Je me suis cependant occupé des moyens à employer pour supprimer complétement l'inconvénient dont il s'agit, et qui exigerait au moins une certaine surveillance. Il suffirait pour cela de faire entrer ou sortir l'eau du sas par un tuyau de conduite perpendiculaire à la longueur de l'écluse, où il déboucherait à peu près à la moitié de cette longueur. Il n'y aurait plus aucune raison pour que le bateau fût poussé bien sensiblement vers l'amont ou l'aval; mais alors on se priverait de l'avantage de faire déboucher le tuyau de conduite dans l'enclave des portes d'aval, de sorte que, pour éviter l'étranglement alternatif résultant de la présence des grands bateaux chargés, il serait utile de faire déboucher ce tuyau à une profondeur plus grande que celle du radier de l'écluse, dans lequel on ménagerait, sur toute la largeur de celle-ci, et perpendiculairement aussi à sa longueur, une sorte de prolongement du tuyau de conduite, au moyen d'un canal découvert, ainsi compris dans ce radier. L'eau trouverait, même sous les grands bateaux chargés, des *sections d'écoulement de grandeurs* convenables, à droite et à gauche de cette espèce de canal. Or il est bien à remarquer que les vitesses de l'eau, à son entrée ou à sa sortie, partant de zéro, il n'en résulterait pour les bateaux aucune percussion brusque de l'eau, comme on pourrait le craindre au premier aperçu. Il est surtout à remarquer que les oscillations quelconques qui existeraient dans le sens de la longueur de l'écluse, si l'eau arrivait ou sortait par une des extrémités du sas, et pourraient se propager dans l'espace resté libre sous le bateau, ne seraient plus du tout de la même nature dans le sens de la largeur de l'écluse, où le phénomène serait très-différent pour les grands bateaux chargés, dans le cas de la disposition dont il s'agit. En effet, il resterait alors très-peu de place entre le bateau et les bajoyers. Les choses pourront donc alors être assimilées jusqu'à un certain point à ce qui se présenterait dans un siphon renversé, dont les deux branches verticales seraient très-étroites par rapport à la branche horizontale, d'autant plus large que le bateau est plus éloigné du fond. Or on sait que les *élargissements* de cette espèce sont une cause de diminution dans les oscillations. On conçoit d'ailleurs qu'en supposant qu'on eût à se préoccuper d'oscillations dans ce sens, elles seraient encore diminuées par l'*écrasement* latéral des lames d'eau comprises entre le bateau et les bajoyers.

MÉMOIRES LUS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la résolution de l'équation du cinquième degré.* Mémoire de M. **Brioschi.**

« Je nomme équation jacobienne du sixième degré une équation dont les racines $z_\infty, z, z_0, z_1, z_2, z_3, z_4$ sont liées par les trois relations

$$\sqrt{z_0} + \sqrt{z_1} + \sqrt{z_2} + \sqrt{z_3} + \sqrt{z_4} = \sqrt{5 z_\infty},$$
$$\sqrt{z_0} + \varepsilon^2\sqrt{z_1} + \varepsilon^4\sqrt{z_2} + \varepsilon\sqrt{z_3} + \varepsilon^3\sqrt{z_4} = 0,$$
$$\sqrt{z_0} + \varepsilon^3\sqrt{z_1} + \varepsilon\sqrt{z_2} + \varepsilon^4\sqrt{z_3} + \varepsilon^2\sqrt{z_4} = 0,$$

ε étant une racine cinquième de l'unité ou, en d'autres termes, une équation dont les racines carrées des racines peuvent s'exprimer en fonction de trois indéterminées a_0, a_1, a_2 de la manière suivante :

$$\sqrt{z_\infty} = a_0\sqrt{5}, \quad \sqrt{z_m} = a_0 + \varepsilon^m a_1 + \varepsilon^{4m} a_2, \quad (m = 0, 1, \ldots, 4).$$

» Cette équation a la forme

$$(1)\quad f(z) = (z-a)^6 - 4a(z-a)^5 + 10b(z-a)^3 - 4c(z-a) + 5b^2 - 4ac,$$

a, b, c étant fonctions de a_0, a_1, a_2. J'ai démontré, dans un Mémoire publié en 1867 dans les *Annali di Matematica* (2e série, t. Ier), qu'en posant

$$\frac{db}{da_0} = 2b_0, \quad \frac{b}{da_2} = b_1, \quad \frac{db}{da_1} = b_2; \quad \frac{1}{5}\frac{dc}{da_0} = 2c_0, \quad \frac{1}{5}\frac{dc}{da_2} = c_1, \quad \frac{1}{5}\frac{dc}{da_1} = c_2$$

et

$$\sqrt{z'_\infty} = b_0\sqrt{5}, \quad \sqrt{z'_m} = b_0 + \varepsilon^m b_1 + \varepsilon^{4m} b_2,$$
$$\sqrt{z''_\infty} = c_0\sqrt{5}, \quad \sqrt{z''_m} = c_0 + \varepsilon^m c_1 + \varepsilon^{4m} c_2,$$

l'expression

$$(2)\quad \sqrt{Z} = p\sqrt{z} + q\sqrt{z'} + r\sqrt{z''},$$

où p, q, r sont des indéterminées, conduit à une équation jacobienne du sixième degré en Z, dont les coefficients sont des fonctions rationnelles de a, b, c, p, q, r; équation qui est la plus générale de cette espèce.

» Soient A, B, C les coefficients de cette équation, on aura

$$(3)\quad (Z-A)^6 - 4A(Z-A)^5 + 10B(Z-A)^3 - 4C(Z-A) + 5B^2 - 4AC = 0.$$

» Or, en posant $y = z - a$, $Y = Z - A$ et

$$f_1 = y - 4a,\quad f_2 = yf_1,\quad f_3 = yf_2 + 10b,\quad f_4 = yf_3,\quad f_5 = yf_4 - 4c,$$

j'ai démontré aussi, dans le Mémoire cité, qu'on a

$$(4)\qquad Y = t + t_0 f_1 + t_1 f_2 + t_2 f_3 + t_3 f_4 + t_4 f_5,$$

$t, t_0, \ldots$ étant des fonctions quadratiques en p, q, r, par lesquelles on a

$$A = p\lambda + q\mu + r\nu,$$

en faisant

$$\lambda = ap + 3bq + cr,\quad \mu = 3bp + a'q + lr,\quad \nu = cp + lq + a''r$$

et

$$a' = 8a^2b + c,\quad a'' = b(4ac - 3b^2),\quad l = a(4ac - b^2).$$

» Cela posé, je dois rappeler qu'une équation jacobienne (3), dans laquelle $A = 0$, est résoluble par fonctions elliptiques, comme il a été démontré par M. Kronecker. Or la condition $A = 0$ donne la valeur d'*un* des rapports des indéterminées $p:q:r$; on pourra donc disposer de l'autre, de manière que de la formule de transformation (4) on puisse déduire la valeur de y, et par conséquent la valeur de z en fonction de Z, au moyen d'une équation résoluble par radicaux. Par exemple, si l'on suppose, non-seulement $A = 0$, mais aussi $t_4 = 0$, la valeur des rapports p, q, r est complétement déterminée et l'on obtiendra la valeur de z en fonction de Z par la résolution d'une équation du quatrième degré, ce que démontre le théorème énoncé.

» On peut arriver à ce résultat de différentes manières, en profitant cependant toujours de l'indétermination d'un des rapports indiqués. En supposant $\lambda = 0$ et par conséquent $q\mu + r\nu = 0$, on trouve très-facilement qu'on satisfait à ces conditions par les valeurs

$$p = f - 3\frac{b}{a}\delta,\quad q = e + \delta,\quad r = g,$$

en faisant

$$f = aa'' - c^2 = 3bl - ca',\quad e = 3bc - al,\quad g = aa' - 9b^2$$

et

$$\delta = \pm\sqrt{e^2 - fg}.$$

» L'équation (2) donnera donc deux valeurs pour $\sqrt{Z}$ que j'indiquerai

par $\sqrt{Z_1}$, $\sqrt{Z_2}$; et les équations jacobiennes dont les racines sont les six valeurs de Z_1 ou de Z_2 seront résolubles par fonctions elliptiques. Or on peut démontrer que z s'exprime en fonction de Z_1, Z_2 par cette relation très-simple

$$z = 5a + \frac{a^2}{g\delta^2}\sqrt{Z_1 Z_2},$$

laquelle évidemment donne la valeur d'une racine quelconque de l'équation jacobienne générale (1) exprimée au moyen de fonctions elliptiques.

» Dans un Mémoire qui est maintenant sous presse et qui sera publié dans les *Mathematische Annalen* de MM. Klein et Mayer, j'ai calculé les valeurs des coefficients B, C correspondant aux deux équations en Z_1, Z_2, et j'ai démontré qu'en supposant que l'équation (1) soit l'équation du multiplicateur μ dans la transformation du cinquième ordre des fonctions elliptiques, les valeurs de Z_1, Z_2 sont dans ce cas données par les relations

$$\sqrt{Z_1} = -2^{11}k^2k'^4(1-2k^2)\left(\sqrt{\frac{\lambda'\mu}{k'}} - \sqrt{\mu}\right),$$

$$\sqrt{Z_2} = -2^{11}k^4k'^2(1-2k^2)\left(\sqrt{\mu} - \sqrt{\frac{\lambda\mu}{k}}\right),$$

k, k'; λ, λ' ayant les significations ordinaires. On pourra ainsi déterminer deux modules k_1, k_2 correspondant aux deux équations en Z_1, Z_2 et l'on obtiendra enfin la résolution de l'équation générale (1)

$$z = 5a - \frac{1}{2}\sqrt[6]{\theta}\sqrt[3]{\frac{k'_1 k_2}{2k_1^2 k_2'^2}}\left(\frac{\operatorname{dn} 2\omega_1}{\operatorname{dn} 4\omega_1} - \frac{\operatorname{dn} 4\omega_1}{\operatorname{dn} 2\omega_1}\right)\left(\frac{\operatorname{cnc} 2\omega_2}{\operatorname{cnc} 4\omega_2} - \frac{\operatorname{cnc} 4\omega_2}{\operatorname{cnc} 2\omega_2}\right),$$

dans laquelle

$$\theta = 128a^3b - 4ac + b^2, \quad \omega = \frac{2K}{5}, \quad \frac{2mK + iK'}{5}$$

pour $m = 0, 1, 2, 3, 4$ et ω_1, ω_2 les valeurs de ω correspondant aux modules k_1, k_2. Je dois ajouter encore que le dernier cas que j'ai considéré ici est lié intimement aux recherches très-intéressantes de MM. Klein et Gordan sur l'icosaèdre (voir KLEIN, *Weitere Untersuchungen über das Ikosaeder* (*Math. Annalen*, Bd. XII); GORDAN, *Ueber die Auflösung der Gleichungen fünften Grades* (*Sitzungsberichte der Societät zu Erlangen*, Juli 1877). »

CHIMIE. — *Nature des hydrocarbures produits par l'action des acides sur la fonte blanche miroitante manganésifère.* Mémoire de M. S. CLOËZ. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chevreul, Fremy, Cahours, Daubrée).

« Le traitement d'une fonte blanche contenant 0,04 de carbone combiné et environ 0,06 de manganèse, par de l'acide chlorhydrique aqueux d'une densité égale à 1,12, donne lieu à la formation de produits hydrocarbonés gazeux et liquides, homologues de l'éthylène, absorbables par le brome, et pouvant se combiner facilement aussi avec l'acide chlorhydrique; on obtient en outre, dans ce traitement, des composés forméniques insolubles dans l'acide sulfurique et inattaquables par cet acide.

» Pour éviter la formation des combinaisons de l'acide chlorhydrique avec les carbures éthyléniques, il est avantageux, dans le traitement de la fonte, de substituer l'acide sulfurique à l'acide chlorhydrique. Les meilleures proportions à employer sont une partie d'acide sulfurique à 66 degrés pour cinq parties d'eau, ce qui fait de l'acide dilué au sixième; l'action de cet acide sur la fonte est très-régulière, et l'on peut chauffer légèrement au bain de sable, sans crainte d'entraîner l'acide par distillation.

» Ce traitement a été appliqué à 200 kilogrammes de fonte; j'ai obtenu :

» 1° 640 grammes de carbures huileux condensés dans les premiers flacons laveurs;

» 2° 2780 grammes de produits bromés éthyléniques;

» 3° 532 grammes d'hydrocarbures forméniques isolés par l'action de l'acide sulfurique ;

» 4° 3800 grammes de résidu insoluble, supposé sec ;

» 5° Enfin 408 grammes de produits huileux, enlevés au résidu insoluble par l'alcool, et séparés de ce dernier au moyen de l'eau.

» Je me bornerai aujourd'hui à l'examen des hydrocarbures forméniques, séparés par décantation de l'acide sulfurique, lavés ensuite à l'eau, puis mis en contact avec la potasse fondue; finalement, on les chauffe avec du sodium pour leur enlever les dernières traces d'humidité.

» En soumettant ces hydrocarbures à la distillation fractionnée, on constate que les premiers produits passent seulement vers 155 degrés et que la température s'élève rapidement jusqu'à 160 degrés, où elle reste stationnaire pendant un certain temps; on met à part tout ce qui passe au-des-

sous de 170; on agit de même pour la partie du liquide volatile entre 175 et 190, et ainsi de suite de 20 en 20 degrés jusqu'au delà de 300 degrés.

» Il faut appliquer alors, aux divers produits ayant subi une première distillation, de nouveaux fractionnements, en réunissant les portions volatiles aux mêmes températures; en répétant un assez grand nombre de fois ces opérations délicates, j'ai fini par obtenir sept produits différents, ayant un point d'ébullition constant, avec une composition chimique et des propriétés physiques concordantes.

» Tous ces produits sont déjà connus; ils me paraissent identiques avec quelques-uns de ceux qui ont été extraits des huiles de pétrole et étudiés par MM. Pelouze et Cahours; ce sont les termes les plus élevés de la série forménique, caractérisés principalement par leur insolubilité dans l'acide sulfurique fumant et par la manière dont ils se comportent avec le chlore et le brome.

» Le premier hydrocarbure séparé du mélange est l'hydrure de décyle $C^{20}H^{22}$. Il est probablement identique avec le diamyle, qui se forme dans plusieurs circonstances. Le point d'ébullition de mon produit est placé entre 155 et 160; j'ai trouvé sa densité de vapeur égale à 5,132, au lieu de 5,001 que donne le calcul. Sa densité à l'état liquide est de 0,760 à 15 degrés. Il ne se combine pas avec le brome dissous dans l'eau; le brome pur, au contraire, l'attaque assez vivement en donnant lieu immédiatement à un dégagement d'acide bromhydrique; le chlore s'y combine de même, en donnant des produits de substitution. Ce produit est inattaquable par l'acide sulfurique concentré; son odeur est semblable à celle des composés du pétrole peu volatils.

» Un second produit, peu abondant, bouillant entre 178 et 180 degrés, est l'hydrure d'undécyle, $C^{22}H^{24}$. C'est aussi un liquide incolore, très-fluide, d'une densité égale à 0,769, et dont la densité de vapeur, prise par la méthode de M. Dumas, a été trouvée égale à 5,521; il est, comme le précédent et comme les suivants, inattaquable par l'acide sulfurique; le chlore s'y combine en formant des composés de substitution.

» L'hydrure de duodécyle vient ensuite: il a pour formule $C^{24}H^{26}$ et bout entre 195 et 198 degrés; la fraction extraite du mélange et volatile en entier entre ces limites de température est assez grande; sa densité à l'état liquide est de 0,782; il est attaquable par le chlore et le brome.

» L'hydrure de tridécyle $C^{26}H^{28}$ bout entre 215 et 220 degrés, sa densité est égale à 0,793; sa densité de vapeur n'a pas été déterminée, par suite de la rupture du ballon.

» Les trois derniers produits sont semblables aux précédents par leurs propriétés; ils sont plus difficiles à obtenir à l'état de pureté : je crois leur composition exacte, bien qu'elle n'ait pas été contrôlée par la détermination de la densité de vapeur.

» L'hydrocarbure bouillant entre 234 et 238 degrés a pour composition $C^{28}H^{30}$, c'est l'hydrure de tétradécyle; sa densité à l'état liquide est égale à 0,812.

» L'hydrure de pentadécyle, $C^{30}H^{32}$, bout vers 258 degrés; sa densité est égale à 0,830.

» Enfin l'hexadécane ou hydrure d'hexadécyle $C^{32}H^{34}$, bouillant entre 276 et 280 degrés, a une densité égale à 0,850; il est attaquable par l'acide azotique fumant, sans donner aucun produit défini cristallisable.

» En résumé, plusieurs des produits obtenus par l'action des acides étendus sur la fonte blanche paraissent identiques avec ceux qui existent dans le sol et qu'on exploite en grand sous le nom de *pétrole*.

» Cette identité de produits carbonés complexes obtenus par la réaction de composés minéraux, sans l'intervention aucune de la vie, vient à l'appui de l'opinion de certains géologues, relativement à l'origine des huiles de pétrole.

» A un autre point de vue, purement chimique, relativement à la synthèse des espèces dites *organiques*, la reproduction d'un grand nombre de ces espèces pourra être réalisée en partant des hydrocarbures éthyléniques ou forméniques fournis par la fonte, comme on l'a déjà fait souvent, en prenant comme point de départ l'acétylène obtenu par M. Berthelot par la combinaison directe du carbone avec l'hydrogène. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une collection de cours et documents relatifs à l'instruction et à l'organisation de l'École des Ponts et Chaussées, adressée par M. *L. Lalanne*, directeur de l'École;

2° Diverses publications adressées par M. *J. Domeyko*, au nom de l'Université du Chili;

3° Un volume de M. *P. Bert*, portant pour titre : « La pression atmosphérique; recherches de Physiologie expérimentale ».

ASTRONOMIE. — *Découverte et observations de la planète* (175). Lettre de M. **James-C. Watson**, communiquée par M. Yvon Villarceau.

« Ann-Arbor, 5 novembre 1877.

» Dans la nuit du 1er octobre, je découvrais une planète de 10e grandeur, que j'observais encore le 5; et, en conséquence, j'envoyais une dépêche télégraphique au professeur Joseph Henry, de la Smithsonian Institution, à Washington, pour la transmission en Europe. Depuis, je n'ai vu aucune mention de la découverte, ni dans le *Bulletin international*, ni dans les *Comptes rendus de l'Académie*. Je crains que le télégramme n'ait pas été envoyé. La position de l'étoile de comparaison, pour le 1er octobre, n'est pas encore déterminée, et le temps couvert a empêché les observations, excepté pour les dates suivantes :

Planète (175), découverte le 1er octobre 1877. — 10e grandeur.

1877.		Temps moyen de Ann-Arbor.	α.	δ.	Nombre des comparaisons.
Oct.	5....	13h 32m 2s	0h 37m 56s,48	+ 2° 42′ 38″,2	5
	5....	14 44 38	0 37 54,16	2 42 30,5	6
	6....	11 5 51	0 37 14,72	2 39 29,4	5
	16.. .	7 31 33	0 30 1,66	2 7 42,4	5
	29....	10 54 7	0 22 31,70	+ 1 38 31,0	6

» Le 29 octobre, la planète était de 10e,5 grandeur. »

Nota. — La planète, dont il est question dans cette lettre, doit effectivement conserver le n° (175) et les quatre dernières planètes, découvertes par MM. C.-H.-F. Peters, Paul Henry, Palisa et Watson, devront prendre les nos (1), (177), (178) et (179).

ASTRONOMIE. — *Sur les distances des étoiles.* Note de M. C. **Flammarion**.

« William Struve, que les astronomes considèrent à juste titre comme une haute autorité en Astronomie sidérale, a, comme on le sait, adopté et développé les vues de W. Herschel sur les distances des étoiles, en admettant avec lui que les étoiles des dernières grandeurs sont aussi grosses que les plus brillantes, et que leur petitesse apparente provient surtout de la distance qui nous en sépare. Il estime que « les dernières étoiles vi-

» sibles à l'œil nu sont 9 fois plus éloignées que la distance moyenne » des étoiles de 1re grandeur, que les dernières étoiles des zones de » Bessel (9,5) sont 38 fois plus éloignées, et que les plus petites étoiles » observées par Herschel sont 228 fois plus distantes ». Il calcule même, avec Peters, une série de parallaxes diminuant avec les grandeurs, dont voici les données principales (*Études d'Astronomie stellaire*, p. 106):

Grandeur.	Parallaxe.	Distance.	Grandeur.	Parallaxe.	Distance.
1,0	0″,209	986 000	6,0	0″,027	7 616 000
2,0	0,116	1 778 000	7,5	0,014	14 230 000
3,0	0,076	2 725 000	8,5	0,008	24 490 000
4,0	0,054	3 850 000	9,5	0,006	37 200 000
5,0	0,037	5 378 000			

» Cette théorie règne encore aujourd'hui. Les recherches que j'ai entreprises m'ont lentement et successivement amené à des conclusions toutes différentes. J'en exposerai brièvement les arguments principaux.

» I. Les mouvements rectilignes que j'ai conclus de l'analyse des étoiles doubles présentent un certain nombre de groupes de perspective formés de deux étoiles d'éclat analogue. Dans ces groupes, une étoile passe devant une autre sans en ressentir l'attraction; la seconde est donc située fort au delà et peut-être beaucoup plus éloignée de la première que celle-ci ne l'est de la Terre, car elle reste fixe au fond du ciel. Pourtant elle est aussi brillante en apparence. Il y a même des cas où c'est la plus petite qui paraît la plus rapprochée, par la grandeur de son mouvement propre.

» II. Si l'éloignement correspondait à la décroissance d'éclat, les distances angulaires des couples physiques devraient, en moyenne, décroître avec les grandeurs. Ce n'est pas ce que l'on observe. On remarque, parmi les étoiles de la 6e à la 9e grandeur, des systèmes binaires tout aussi écartés que ceux qui appartiennent aux étoiles brillantes. Ces systèmes ne sont donc pas immensément éloignés de nous, et souvent leur mouvement propre confirme cette présomption.

» III. Les mouvements propres observés provenant de la perspective due à notre translation d'une part, et d'autre part du déplacement réel des étoiles, les plus rapides doivent indiquer les étoiles les plus rapprochées. Il semble que la valeur de ces mouvements pourrait fournir une base plus sûre que l'éclat pour l'appréciation des distances. Or les plus grands, loin d'appartenir aux étoiles les plus brillantes, appartiennent, pour la plupart,

à de petites étoiles. Au contraire, des astres éclatants, tels que Canopus, Rigel, Bételgeuse, Achernar, Antarès, l'Épi n'offrent qu'un mouvement à peine sensible.

» IV. A l'exception de l'étoile α du Centaure, les parallaxes déterminées jusqu'à ce jour indiquent comme étoiles les plus proches les étoiles 61e du Cygne, de 5e $\frac{1}{2}$, et 21185 Lalande, de 7e $\frac{1}{2}$. β du Centaure paraît venir ensuite; mais μ Cassiopée, de 5e; 34 Groombridge, de 8e; 21258 Lalande, de 8e $\frac{1}{2}$; 17415 OEltzen, de 8e; σ Dragon, de 5e, viennent toutes avant Sirius et Véga. En somme, sur 21 étoiles mesurées jusqu'ici, 13 sont de la 4e à la 8e grandeur et 8 seulement appartiennent aux trois premiers ordres. Au lieu de la parallaxe 0",047 à 0",008 que ces étoiles devraient présenter dans l'hypothèse de l'éloignement progressif, elles nous offrent des valeurs qui s'élèvent jusqu'à $\frac{1}{2}$ seconde. Au contraire, de brillantes étoiles de 1re, 2e et 3e grandeur n'offrent aucune parallaxe sensible.

» V. A partir de la 7e grandeur, le nombre des étoiles augmente dans une proportion beaucoup plus rapide que pour les grandeurs précédentes. Ce fait peut s'expliquer en admettant qu'il y ait un grand nombre de petites étoiles dans les zones de l'espace voisines où l'on n'imagine en général que des étoiles brillantes.

» VI. Ces faits généraux sont encore fortifiés par certains détails importants qui se mettent en évidence d'eux-mêmes dans l'étude de l'Astronomie sidérale. Ainsi, par exemple, sur la carte des mouvements propres que j'ai construite récemment, on ne peut s'empêcher de remarquer des groupes d'étoiles dans lesquels les plus petites sont incomparablement plus rapprochées de nous que les plus grandes. Telle est, entre autres, l'étoile μ de Cassiopée, de 5e $\frac{1}{2}$, qui se place devant l'étoile θ, de 4e $\frac{1}{2}$; tandis que celle-ci reste presque fixe au fond du Ciel (mouv. $= + 0^s,023$ et $+ 0'',02$), la première s'élance vers l'est avec une vitesse de $+ 0^s,386$ et $+ 1'',56$. Ailleurs, tandis que ψ Grande Ourse, de 3e grandeur, reste à peu près fixe (mouv. $= - 0^s,007$ et $+ 0'',08$), tout auprès d'elle, l'étoile de 8e $\frac{1}{2}$ grandeur, 21258 Lalande, s'élance vers l'ouest avec une vitesse de $- 0^s,386$ et $- 1'',36$. L'étoile 21185 Lalande, de 7e $\frac{1}{2}$ grandeur, va passer sur 46 du Petit-Lion, de 4e grandeur, etc., etc.

» VII. Enfin une remarque indépendante des précédentes se présente encore à la suite de l'examen du nombre comparatif des étoiles de toutes grandeurs par degré carré de la sphère céleste : c'est que, loin d'être disséminées dans l'espace suivant une distribution homogène, elles sont plus abondantes en certaines régions et plus clair-semées en d'autres, dans une

proportion considérable. Il y a des points tout à fait dépourvus d'étoiles et d'autres où toutes les grandeurs se trouvent associées.

» Il semble donc que si d'un côté, ce qui est incontestable, l'éclat des astres diminue en raison du carré de la distance (et peut-être même plus rapidement, si l'éther n'est pas absolument transparent), il semble, dis-je, que l'on doive cesser de baser sur les différences d'éclat toute évaluation des distances. Les mesures photométriques d'autre part, les révélations de l'analyse spectrale, aussi bien que les masses déterminées, s'unissent aux considérations précédentes pour nous affirmer que les plus grandes différences d'éclat intrinsèque, de dimensions et de masses existent entre les étoiles. Il y a peut-être autant de différences entre les étoiles qu'entre les planètes de notre système.

» Ainsi la distribution générale des étoiles n'offre pas la régularité classique sous laquelle on l'envisageait; de petites étoiles, des amas et des nébuleuses peuvent être moins éloignés de nous que des étoiles brillantes, et la constitution des cieux présente un caractère moins simple que celui qui lui était assigné par les jauges télescopiques et la théorie d'une distribution homogène. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégrale intermédiaire du troisième ordre de l'équation à dérivées partielles du quatrième ordre exprimant que le problème des lignes géodésiques admet une intégrale algébrique du quatrième degré.* Note de M. **Maurice Levy**.

« III. L'intégrale intermédiaire du troisième ordre, représentée par l'ensemble des deux équations (9) de notre précédente Communication, admet elle-même une intégrale intermédiaire du deuxième ordre de la forme

$$V'(\rho, \tau) = 0. \tag{10}$$

» C'est ce que nous allons établir, et il en résultera que la solution générale de l'équation (10) appartient aussi tout entière, à titre de solution particulière, à l'équation à dérivées partielles du quatrième ordre, exprimant que le problème des lignes géodésiques admet une intégrale algébrique du quatrième degré, en sorte qu'il se trouvera établi que cette équation admet trois intégrales intermédiaires du deuxième ordre, à savoir: celle (10) et les deux solutions évidentes $r \pm t = 0$, ou $\rho \pm \tau = 0$.

» Différentions l'équation (10) par rapport à x et à y; puis, entre les

deux équations ainsi obtenues et la première (9), éliminons R_3 et R_0, il viendra

$$\begin{aligned}&[CV'^2_\rho - (C^3 + 2\tau C^2 + \rho)V'_\rho V'_\tau - \tau V'^2_\tau]R_2\\ &\quad + [- C_\rho V'^2_\rho - (C^2 + 3\tau C)V'_\rho V'_\tau + V'^2_\tau]R_1 = 0,\end{aligned}$$

où C est défini par l'équation du quatrième degré 9_b.

» Pour que $V' = 0$ soit effectivement une intégrale intermédiaire de l'équation (9_a), il faut et il suffit que les coefficients de R_2 et de R_1 de la dernière équation soient séparément nuls, c'est-à-dire que, soit identiquement, soit en vertu de l'équation $V' = 0$, la fonction V' satisfasse simultanément aux deux équations à dérivées partielles du premier ordre

$$\begin{aligned}CV'^2_\rho - (C^3 + 2\tau C^2 + \rho)V'_\rho V'_\tau - \tau V'^2_\tau = 0,\\ - C_\rho V'^2_\rho - (C^2 + 3\tau C)V'_\rho V_\tau + V'^2_\tau = 0.\end{aligned}$$

» Posons, pour abréger,

$$(c) \qquad V'_\rho : V'_\tau = \zeta.$$

» Ces équations, ordonnées par rapport à C, deviennent

$$(f) \qquad \zeta C^3 + 2\tau\zeta C^2 + \zeta^2 C + \rho\zeta + \tau = 0,$$

$$(g) \qquad \zeta C^2 + (3\tau\zeta + \rho\zeta^2)C - 1 = 0,$$

auxquelles il faut adjoindre

$$(h) \qquad C^4 + 2\tau C^3 - 2\rho C - 1 = 0,$$

qui définit C.

» Le problème consiste maintenant à déterminer, s'il est possible, les deux fonctions V' et ζ de façon que les quatre dernières équations soient satisfaites, soit identiquement, soit en vertu de $V' = 0$.

» Examinons d'abord s'il est possible de déterminer ζ de façon que les trois dernières soient compatibles. C'est une opération purement algébrique. Nous observons que ces trois équations en C peuvent avoir en commun soit une, soit deux racines. Pour qu'elles aient deux racines communes, il faut que chacun des polynômes (f) et (h) contienne le facteur du second degré (g). Cela exigerait en général quatre conditions; mais ici il se trouve que ces conditions se réduisent à deux. En effet, si l'on divise le polynôme (f) par celui (g), le reste de la division ne contient pas de terme indépendant de C, et se réduit à

$$[\zeta(\rho\zeta + \tau)(\rho\zeta + 3\tau) - \zeta^2 + 1]C.$$

» De même, si l'on divise le polynôme (h) par celui (g), le reste de la division ne comporte que le terme unique

$$(\rho\zeta^3 + 3\tau\zeta^2 + \rho\zeta + \tau)\mathrm{C}.$$

» Donc, pour que les trois équations (f), (g), (h) soient compatibles et aient deux racines communes C, il faut et il suffit que l'on ait simultanément

$$(11)\qquad \begin{cases} \zeta(\rho\zeta + \tau)(\rho\zeta + 3\tau) - \zeta^2 + 1 = 0, \\ \rho(\zeta^3 + 3\tau\zeta^2 + 3\rho\zeta + \tau = 0. \end{cases}$$

» Ces deux dernières équations sont du troisième degré en ζ. Pour qu'à leur tour elles aient une racine commune, il faut et il suffit que l'on ait

$$(\tau^2 - \rho^2)[27(\tau^2 + \rho^2)^2 - 16(\tau\rho - 1)^3] = 0.$$

» Nous laissons de côté la solution $\tau^2 = \rho^2$, qui nous fournirait l'intégrale intermédiaire $r = \pm t$, que nous avons déjà reconnue appartenir à l'équation à dérivées partielles du quatrième ordre (1), et que l'on vérifie facilement appartenir aussi à son intégrale intermédiaire du troisième ordre (9_a), en sorte qu'il reste

$$(12)\qquad 27(\tau^2 - \rho^2)^2 - 16(\tau\rho - 1)^3 = 0.$$

» Si cette condition est supposée remplie, la racine ζ commune aux deux équations (11) est

$$(13)\qquad \zeta = \frac{3\tau(\tau^2 - \rho^2) + 4\tau(\rho\tau - 1)}{3\rho(\tau^2 - \rho^2) - 4\tau(\rho\tau - 1)}.$$

» Maintenant, la condition (12) n'étant pas remplie identiquement, ne peut l'être qu'en vertu de l'équation $\mathrm{V}' = 0$; en d'autres termes, si l'intégrale intermédiaire du deuxième ordre que nous cherchons existe, elle ne peut être que l'équation (12) elle-même, et la fonction V', si elle existe, ne peut être que le premier membre de cette équation, en sorte que

$$(14)\qquad \mathrm{V}' = 27(\tau^2 - \rho^2)^2 - 16(\tau\rho - 1)^3.$$

» Nous avons ainsi déterminé les deux fonctions V' et ζ de façon à satisfaire aux trois équations (f), (g), (h); mais, pour que ces fonctions conviennent, il faut qu'elles satisfassent encore à l'équation (c). Or, *il se trouve*, comme on le vérifie aisément, qu'elles y satisfont, en effet, en vertu de l'équation (12) elle-même. Cette équation ou celle

$$27(r^2 - t^2)^2 - 16s^2(rt - s^2)^2 = 0$$

représente donc bien une intégrale intermédiaire de l'équation du troisième ordre (9), et par suite aussi de celle du quatrième ordre (1) de notre précédente Communication. »

GÉOMÉTRIE APPLIQUÉE. — *Tables graphiques et géométrie anamorphique; réclamation de priorité.* Note de M. L. **Lalanne.**

« Il vient de paraître à Berlin, sous le titre de *Six Tables graphiques pour abréger les calculs* ([1]), une brochure grand in-8°, accompagnée de planches photographiées. La première de ces six planches, à laquelle l'auteur, M. le Dr Vogler, donne le titre de Table de calcul logarithmique (*logarithmische Rechentafel*), est la reproduction de l'*Abaque* ou *compteur universel*, auquel l'Académie accordait son approbation il y a déjà plus de trente-quatre ans, sur le rapport de Cauchy, parlant au nom d'une Commission dont les autres Membres étaient Élie de Beaumont et Lamé (*Comptes rendus*, t. XVII, p. 492). Cet Abaque n'est qu'une des applications particulières d'un ordre d'idées dont la nouveauté n'a jamais été contestée depuis qu'il a été, de la part de ces savants illustres, l'objet d'un jugement favorable concluant à l'insertion, dans le *Recueil des Savants étrangers*, du Mémoire où cet ordre d'idées se trouvait exposé pour la première fois, « eu égard aux nombreuses applications que l'on peut faire des » principes qui s'y trouvent exposés ». Un de ces principes, auquel j'ai donné le nom de *principe de la graduation des coordonnées*, consiste à substituer aux coordonnées cartésiennes, dont les valeurs graphiques sont exactement proportionnelles aux valeurs numériques qu'elles représentent, des coordonnées dont les valeurs vraies soient pour chacun des deux axes une fonction déterminée de sa graduation écrite.

» Lorsque l'on veut représenter une équation à deux variables par une ligne rapportée à deux axes de coordonnées ainsi gradués, on obtient tout naturellement une ligne très-différente, en général, de celle qu'aurait donnée la graduation en parties égales. Il en résulte une déformation pour laquelle j'ai proposé le nom d'*anamorphose géométrique*.

» Parmi les applications de l'anamorphose, l'*Abaque* dont je viens de

---

([1]) *Sechs graphische Tafeln zum schnellrechnen und zum Schellquotiren, etc., nebst Gebrauchsanweisung* (Sonderausgabe), von D^r Ch. August Vogler. Berlin, Verlag von Ernst and Korn, 1877.

rappeler l'origine est celle qui a été le point de départ de toutes les autres; et, quoique la graduation puisse être utilement opérée suivant une infinité de lois différentes, la graduation logarithmique est celle que l'on applique le plus souvent. On le voit bien, même dans le recueil allemand dont il est question ici, puisque, sur quatre tableaux anamorphiques, il y en a trois qui résultent de graduations logarithmiques des axes des coordonnées.

» Deux ans avant M. Vogler, M. Herrmann, professeur à l'École polytechnique d'Aix-la-Chapelle, éditait à Brunswick, sous le titre de *Table de multiplication graphique* (¹), avec une brochure explicative de 22 pages, une planche gravée, reproduction pure et simple de l'Abaque publié en France, en 1843. Mais le nom du véritable auteur semble avoir échappé à M. Herrmann qui se réserve formellement le droit d'autoriser la traduction en français, en anglais ou en toute autre langue moderne. Cependant il existe depuis trente et un ans une traduction allemande (²) de l'Abaque français; une traduction anglaise (³) a paru à la même époque.

» Enfin M. Alb. Kapteyn, ingénieur à Ede (Gueldre), dans une *Note sur une méthode de graduation, représentation de courbes par des lignes droites* (⁴), expose la théorie et quelques applications aux calculs de Mécanique usuelle du principe de la graduation des coordonnées. Avec une loyauté à laquelle il faut rendre hommage, l'auteur ajoute :

« Après l'achèvement de cette Note, j'ai trouvé dans Armengaud quelques tables graphiques qui me font supposer que cette méthode n'est pas entièrement nouvelle, comme je le croyais jusqu'ici. »

» Il semble donc que l'on commence à s'occuper sérieusement à l'étranger d'un ordre d'idées qui, après avoir pris naissance en France, y est enseigné et pratiqué tous les jours. Deux professeurs éminents, M. Culmann dans sa *Statique graphique*, publiée en allemand à Zurich en 1875, M. Favaro dans celle qu'il a publiée en italien à Padoue en 1876, et que M. Chasles a récemment présentée à l'Académie, en donnent un exposé dont l'auteur

---

(¹) *Das graphische Einmaleins oder die Rechentafel, etc.*, entworfen von Gustav Herrmann, etc. Braunschweig, Vieweg and Sohn, 1875.

(²) *Beschreibung und Gebrauchsanweisung des Abacus or der Allgemeinen Rechnungstafeln, etc.*, Leipzig, 1846, Verlag von E.-F. Steinacker.

(³) *Explanation and use of the abacus or french unversal Reckoner, etc.* London, 1846, Joseph Thomas, 1 finch lane, cornhill.

(⁴) *Revue universelle des mines, de la métallurgie, etc.*, livraison de juillet et août 1876.

français ne peut qu'être reconnaissant. Ils n'ont fait que suivre, en cela, l'exemple de M. de la Gournerie qui y a consacré un Chapitre du Livre X de sa *Géométrie descriptive* (1864). Mais, puisque malgré cette publicité étendue, qui existe en quatre langues, mes droits de priorité semblent avoir échappé à quelques-uns de ceux qui ont écrit sur la matière, l'Académie me permettra d'indiquer les principales sources qui sont de nature à établir ces droits, en sus de celles que j'ai précédemment citées : *Nouvelles Tables graphiques* publiées avant même le Rapport de M. Cauchy (*Comptes rendus*, 2e sem. 1843), les unes par le Ministère des Travaux publics, pour les projets de chemins de fer; les autres par le Ministère de l'Intérieur, pour les projets de routes et de chemins vicinaux; *Description et usage de l'Abaque*, 1re édition, 1845; *Mémoire sur les Tables graphiques et sur la géométrie anamorphique*, dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, 1er sem. 1846; *Nouvelles applications de la géométrie anamorphique*, même Recueil, 1er sem. 1850, etc., etc. »

PHYSIQUE. — *Deuxième Note sur l'aimantation des tubes d'acier;* par M. **J.-M. Gaugain.** (Extrait.)

« Lorsqu'on a aimanté, à une température élevée, un *système* formé d'un tube et d'un noyau d'acier, et qu'on le laisse refroidir sans le diviser, son aimantation subit toujours, pendant le refroidissement, une diminution considérable; mais quelquefois cette aimantation s'affaiblit sans cesser de rester *directe* et quelquefois elle change de signe après être devenue nulle. Dans le premier cas, un réchauffement du système ne produit qu'une recrudescence d'aimantation. Dans le second cas, l'aimantation intervertie par le réchauffement redevient *directe* à une certaine température. Les choses, comme on le voit, se passent absolument de la même manière que lorsqu'on opère sur un barreau plein (*voir* ma Note du 23 juillet dernier). Or, pour un système formé d'un tube et de son noyau, on ne peut pas douter que les variations du magnétisme ne soient dues à l'aimantation *inverse* du tube; il paraît donc probable que, pour un barreau plein, les mêmes variations sont également dues à la présence d'une couche de magnétisme *inverse* résidant dans une certaine partie du barreau.

» Cette assimilation me paraît confirmée par les observations suivantes. Lorsqu'un système, composé d'un tube et de son noyau, a été aimanté à chaud, on peut opérer le refroidissement de deux manières différentes : 1° on peut laisser le tube et le noyau se refroidir en présence l'un de l'autre, et

ne les séparer que lorsqu'ils sont revenus à la température ordinaire; 2° on peut, dès que l'aimantation a été effectuée, séparer le tube de son noyau et les laisser refroidir séparément. Or l'aimantation que conserve le noyau est fort différente dans les deux cas. Dans une expérience que j'ai exécutée sur un tube de 1 millimètre d'épaisseur et pour laquelle j'employais un courant assez énergique, j'ai trouvé que l'aimantation du noyau avait pour valeur $+29,2$ lorsque le noyau était refroidi en présence du tube, et que cette même aimantation tombait à zéro quand le noyau était refroidi séparément.

» Ce résultat me paraît tenir à ce que, dans le premier cas, le magnétisme *inverse* développé pendant le refroidissement réside principalement, sinon exclusivement, dans le tube, et qu'on s'en débarrasse en mettant ce tube de côté; tandis que, dans le second cas, le magnétisme *inverse*, résidant à la surface du noyau, ne peut être écarté et neutralise plus ou moins complétement le magnétisme direct de celui-ci.

» Cette interprétation est justifiée par les observations suivantes. Après que l'aimantation du noyau refroidi séparément a été réduite à zéro, j'ai réchauffé graduellement le noyau : l'aimantation a reparu et elle a atteint, une valeur de 15 degrés avant de décroître de nouveau. Au contraire, lorsque le noyau a été refroidi en présence du tube et que je l'ai chauffé de nouveau, son aimantation, dont la valeur était 29,2, a commencé à décroître sans éprouver préalablement de recrudescence appréciable. Or, dans le premier cas, le magnétisme du noyau éprouve une recrudescence sous la première impression de la chaleur, parce que le noyau renferme les deux magnétismes contraires. Dans le second cas, il ne se produit pas de recrudescence, parce que le noyau ne renferme qu'une seule sorte de magnétisme.

» La théorie que je viens d'indiquer suppose que, dans les conditions où l'on opère, le magnétisme inverse réside exclusivement, ou presque exclusivement, dans le tube, et que le noyau contient exclusivement, ou presque exclusivement, du magnétisme *direct*; mais il est bien clair qu'un tel partage ne peut pas s'établir pour des tubes de toute épaisseur et pour des courants inducteurs d'intensité quelconque. Si l'on admet que, pour une intensité donnée du courant, le tube de 1 millimètre d'épaisseur soit nécessaire pour contenir tout le magnétisme *inverse* développé par la réaction du noyau, des tubes plus minces ne doivent plus être suffisants; lorsqu'on emploiera ces tubes minces, une partie du magnétisme *inverse* développé doit résider dans le noyau, et, par suite, ce noyau réchauffé doit présenter la recrudescence que je considère comme résultant de la coexis-

tence de deux magnétismes contraires. J'ai vérifié ces déductions théoriques en remplaçant, dans l'expérience citée plus haut, le tube de 1 millimètre par des tubes de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$ de millimètre, et en employant toujours le même courant que dans l'expérience primitive. J'ai trouvé que les noyaux appartenant aux trois nouveaux tubes présentaient, lorsqu'on les réchauffait, une recrudescence d'autant plus considérable que le tube était plus mince.

» Aucun des quatre tubes n'a éprouvé de recrudescence lorsque je l'ai réchauffé, et l'on conçoit qu'il n'en pouvait être autrement, puisque, dans les conditions des expériences, ces tubes n'ont dû jamais renfermer que le magnétisme *inverse*.

» Pour les tubes très-minces, de $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{2}$ millimètre, la recrudescence ne se produit dans aucun cas, de quelque manière qu'on laisse refroidir le tube : le magnétisme s'affaiblit toujours sous la première impression de la chaleur. Pour les tubes de $\frac{3}{4}$ et de 1 millimètre, il se produit une recrudescence très-marquée, uniquement dans le cas où ils ont été refroidis après avoir été séparés de leur noyau.

» De l'ensemble de ces faits il me paraît résulter que les variations de magnétisme qui se produisent, sous l'influence de la chaleur, dans un barreau d'acier plein, ne diffèrent pas de celles qui se produisent, sous la même influence dans un système composé d'un tube et d'un noyau. Les unes et les autres me paraissent dépendre du magnétisme *inverse* développé par la réaction mutuelle des couches concentriques, soit du barreau, soit du système.

» Il reste à rechercher pourquoi le magnétisme *inverse* s'affaiblit sous la première impression de la chaleur, tandis que le magnétisme *direct* n'éprouve pas d'affaiblissement dans les mêmes conditions. J'avais cru d'abord qu'on pouvait expliquer ce fait très-simplement, en disant que le magnétisme *inverse* est placé à la surface extérieure du barreau, et qu'avec le mode ordinaire de chauffage cette surface s'échauffe plus tôt que les parties intérieures; mais les expériences que j'ai exécutées dans le but de contrôler cette explication m'ont conduit à la regarder comme insuffisante. »

CHIMIE. — *Liquéfaction du bioxyde d'azote.* Note de M. CAILLETET. (Extrait d'une Lettre à M. Berthelot).

« Je viens de liquéfier le bioxyde d'azote, en le comprimant à 104 atmosphères, la température étant de $-11°$. A $+8°$, le bioxyde est encore gazeux sous la pression de 270 atmosphères.

» Le formène pur, comprimé à 180 atmosphères, à 7 degrés, donne naissance, lorsque la pression vient à diminuer brusquement, à un brouillard, tout pareil à celui qui se produit lorsque l'on diminue tout d'un coup la pression exercée sur l'acide carbonique liquide : ce phénomène me fait espérer de réaliser aussi la liquéfaction du formène. »

M. Berthelot présente, à la suite de la Communication de M. Cailletet, les observations suivantes :

« Je suis heureux de transmettre à l'Académie la première annonce des résultats de M. Cailletet : ce savant, connu déjà par tant de travaux ingénieux, vient de liquéfier le bioxyde d'azote, et il n'est pas douteux que son observation sur le formène n'en indique également la liquéfaction ; le froid extrêmement intense développé pendant la détente brusque, que M. Cailletet fait succéder à une compression énergique, condense une portion du formène gazeux sous la forme d'un brouillard, qui se réchauffe aussitôt et disparaît au contact des parois du vase et du mercure.

» Cette découverte offre une importance exceptionnelle, parce qu'elle fait avancer la Science au delà d'une limite atteinte il y a cinquante ans par Faraday, qui le premier réussit à liquéfier des gaz permanents. Jusqu'ici aucun des gaz qui obéissent sans écart sensible à la loi de Mariotte, au voisinage de la pression normale, n'avait pu être liquéfié, malgré les tentatives réitérées des expérimentateurs les plus habiles. J'avais moi-même poussé la compression de quelques-uns de ces gaz jusque vers 800 atmosphères, mais sans succès. Dans les dernières années, M. Andrews nous a montré la raison de cette impuissance, en rattachant les propriétés des gaz non liquéfiables à celles des liquides qui se vaporisent entièrement, presque sans changer de volume. Il existe, dit M. Andrews, pour chaque vapeur *un point critique* de température, au-dessus duquel la vapeur ne peut être ramenée à l'état liquide par aucune pression, si grande qu'elle soit.

» Les expériences de M. Cailletet montrent que ce point critique est situé entre $+ 8^{\circ}$ et $- 11^{\circ}$ pour le bioxyde d'azote. Il me paraît bien probable que la plupart des gaz non liquéfiés jusqu'à présent, tels que l'oxygène, qui s'écarte déjà de la loi de Mariotte sous les grandes pressions, et l'oxyde de carbone, ne résisteront pas aux nouveaux procédés que M. Cailletet met en œuvre avec tant de bonheur. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la nitrification par des ferments organisés.* Note de MM. TH. SCHLŒSING et A. MUNTZ.

« Nous avons annoncé, dans une Communication antérieure, que le chloroforme arrête la nitrification, dans le cas particulier où de l'eau d'égout découle lentement à travers du sable, et ce fait nous a conduits à supposer que la nitrification naturelle des substances azotées est corrélative de l'existence de certains organismes. Dans le but de vérifier cette hypothèse, nous avons institué diverses expériences, qui nous ont toutes confirmés dans notre manière de voir.

» Nous avons d'abord étudié l'action du chloroforme sur des terres végétales, connues de nous pour leur aptitude à nitrifier. Deux lots de chacune de ces terres ont été placés comparativement dans des allonges fermées dont les atmosphères étaient renouvelées tous les huit jours : l'une de ces allonges contenait un petit godet rempli de chloroforme. Nous avons ainsi constaté que la nitrification était suspendue dans la terre chloroformée, pendant qu'elle se poursuivait dans l'autre. Ainsi l'action du chloroforme n'est point spéciale à l'eau d'égout : elle s'étend aussi à la terre végétale, au milieu réputé pour être le nitrificateur par excellence.

» Poursuivant toujours nos idées, nous avons voulu savoir si la terre végétale ne perdrait pas sa faculté de nitrifier, après avoir subi une température de 100 degrés, mortelle pour un grand nombre d'espèces d'organismes. Des lots de terres diverses ayant été introduits dans des allonges fermées, nous en avons chauffé une partie, pendant une heure, dans un bain d'eau bouillante, puis toutes les allonges ont été placées dans les mêmes conditions : les atmosphères intérieures étaient renouvelées en même temps avec de l'air calciné dans des tubes de métal portés au rouge. Après plusieurs semaines, nous avons constaté que toutes les terres chauffées avaient perdu la faculté de nitrifier; toutes les autres l'avaient conservée.

» Nous avons pu faire, pendant ces expériences, une intéressante observation. Dans les terres chloroformées, aussi bien que dans les terres chauffées, l'absorption de l'oxygène par la matière organique s'est continuée. On peut admettre dans les terres chauffées la présence d'organismes, agents de combustion qui auraient résisté dans un milieu alcalin, à la température de 100 degrés; mais cela n'est plus admissible dans le cas où la terre est imbibée de vapeurs de chloroforme. Il est donc rationnel d'admettre

que la combustion se continue sous l'action de forces purement chimiques. Mais, dans ces conditions spéciales, l'azote de la matière organique brûlée n'est plus transformé en acide nitrique : on le retrouve dans la terre, au moins en partie, à l'état d'ammoniaque. De nombreuses analyses comparatives nous ont confirmé ce fait. Ainsi la combustion *chimique* n'a pas été jusqu'à oxyder l'azote organique.

» Un milieu rendu incapable de nitrifier par une température de 100 degrés peut reprendre sa capacité première a la suite d'un simple ensemencement; nous citerons à l'appui l'expérience suivante : du gravier siliceux enduit artificiellement d'humate de chaux a été divisé en deux lots placés dans des vases fermés, puis exposés à une température de 100 degrés. Les deux lots sont demeurés ensuite dans des conditions identiques, à ceci près que l'un a reçu quelques centimètres cubes d'eau pure dans laquelle on avait délayé un gramme de terre végétale. Les atmosphères intérieures étaient renouvelées par de l'air calciné. Le lot ensemencé a donné une abondante récolte de nitre; l'autre n'en a pas fourni une trace.

» On a mis parfois la porosité des milieux au nombre des conditions de la nitrification. Une telle condition ne paraissant guère nécessaire au développement d'organismes inférieurs, nous avons cherché à réaliser des nitrifications sans son concours. De grands tubes verticaux, remplis avec des billes en calcaire compacte, ou avec du gravier siliceux roulé et poli par les eaux, ont reçu une dose journalière d'eau d'égout ou d'une dissolution composée avec du sucre, aliment carboné, du sulfate d'ammoniaque, aliment azoté, des phosphates et sulfates de potasse et de chaux. Ces liquides ont parfaitement nitrifié; à leur sortie des tubes, ils ne contenaient plus $\frac{1}{4}$ de milligramme d'ammoniaque par litre. Cependant ni les billes ni le gravier poli ne sont des corps poreux.

» Mais nous avons sur ce point des expériences bien plus décisives : met-on de l'eau d'égout dans un flacon, avec $0^{gr},50$ environ de carbonate de chaux, et y fait-on passer continuellement de l'air filtré sur du coton glycériné, on constate qu'après quelques semaines la totalité de l'ammoniaque a disparu, pour faire place à des nitrates. L'expérience peut ne pas réussir toujours; l'eau d'égout contient, en effet, une foule d'espèces d'organismes entre lesquels se livre une bataille pour la vie qui peut être fatale au ferment nitrique. Mais jusqu'ici elle nous a toujours donné le résultat attendu, quand l'eau d'égout, préalablement clarifiée par l'alun et filtrée, a reçu une parcelle de terreau, véhicule du ferment.

» La terre végétale, tenue en suspension dans l'eau par un courant d'air

continu, y nitrifie parfaitement. Le terreau en poudre continue également à y produire des nitrates. L'eau de mer a la même propriété que l'eau douce : dans ces deux milieux la nitrification se poursuit à la lumière comme dans l'obscurité. Il est bien certain que la porosité ne joue aucun rôle quand des matières solubles nitrifient ainsi dans l'eau.

» La nitrification dans l'eau aérée est d'ailleurs suspendue, comme dans la terre, par une ébullition préalable; et, si l'air qui traverse les appareils est bien purgé, elle demeure arrêtée, jusqu'à ce qu'on ensemence avec une parcelle de terre ou de terreau.

» En résumé, dans nos expériences, toutes les fois qu'un milieu nitrifiable est demeuré en présence du chloroforme, ou bien a été chauffé à 100 degrés, puis gardé à l'abri des poussières de l'air, la nitrification a été suspendue; mais il a été possible de la ranimer, en introduisant dans le milieu chauffé une quantité minime d'une substance, telle que le terreau, en voie de nitrification.

» Il nous reste à mettre en évidence le ferment nitrique, entreprise très-difficile, en raison de la petitesse extrême des organismes auxquels nous pensons devoir attribuer cette qualité. Toutefois, la nitrification de l'ammoniaque dans l'eau va nous permettre d'appliquer la méthode de culture et de purification employée avec tant de succès par M. Pasteur. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *De la terminaison des nerfs dans les corpuscules du tact.* Note de M. L. RANVIER, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les corpuscules du tact ([1]) existent, à un état de grande simplicité, dans la langue et le bec du canard domestique. C'est dans ces organes que je les ai étudiés d'abord, à l'aide de diverses méthodes dont je ne peux donner ici les détails; je dois me borner à signaler les résultats que j'ai obtenus.

([1]) Il y a déjà longtemps, Leydig et d'autres auteurs (voir LEYDIG, *Histologie de l'homme et des animaux*; traduct. franç., p. 222) ont signalé l'existence de corps de Pacini dans le bec de quelques oiseaux. En recherchant ces corps, Grandry (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, p. 393, 1869) trouva, dans le bec du canard domestique, des corpuscules particuliers qu'il considéra comme des organes nerveux terminaux; il ne put cependant démontrer leur connexion intime avec les nerfs. Plus récemment, Merkel (*Archiv. f. micr. Anat.*, p. 636, 1875) étendit la découverte de Grandry, en montrant que les corpuscules de ce dernier auteur sont les analogues des corpuscules de Meissner (voir FREY, *Traité d'Histologie et d'Histochimie*; 2e édition française, p. 370).

» Chez le canard, les corpuscules du tact sont abondants dans la peau qui borde le bec et dans les papilles molles, qui, par leur réunion, forment un coussinet allongé de chaque côté de la crète médiane et cornée de la langue. Ces corpuscules sont constitués par deux, trois, quatre ou un plus grand nombre de grosses cellules, disposées en pile régulière les unes au-dessus des autres. Le groupe que forment ces cellules est entouré d'une capsule lamelleuse, doublée d'une couche endothéliale continue.

» Les cellules des corpuscules du tact sont globuleuses à la manière des cellules du cartilage d'ossification. Elles contiennent un noyau sphérique, limité par un double contour et muni d'un ou de deux nucléoles volumineux, arrondis et réfringents. Lorsque deux cellules seulement composent un corpuscule du tact, elles sont hémisphériques, et leurs faces planes sont appliquées l'une sur l'autre. S'il entre plus de deux cellules dans un corpuscule, les deux extrêmes sont hémisphériques, tandis que les autres présentent deux faces aplaties qui correspondent à des faces semblables de leurs voisines. En général, chaque corpuscule du tact reçoit un seul tube nerveux. Je dois donner quelques détails sur la structure de ce tube, avant de m'occuper de sa terminaison. Il est constitué, comme toutes les fibres nerveuses à myéline qui cheminent isolément dans les tissus, par une première gaîne, la gaîne de Henle; une seconde gaîne, la gaîne de Schwann, caractérisée par les étranglements annulaires; une gaîne médullaire; enfin un cylindre-axe. La gaîne médullaire disparaît du tube nerveux au niveau ou à une faible distance du corpuscule auquel il est destiné; la gaîne de Henle s'unit et se confond avec la capsule de ce corpuscule; le cylindre-axe (entouré de la gaîne de Schwann ?) continue son trajet. Arrivé à l'espace intercellulaire unique du corpuscule, si celui-ci est composé de deux cellules seulement, il y pénètre et s'élargit en formant un disque que j'appellerai *disque tactile :* c'est là le point important de cette communication.

» Le disque tactile a une forme nummulaire, son bord est arrondi; il est constitué par une substance d'apparence homogène à un faible grossissement, se colorant en gris sous l'influence de l'acide osmique et en violet plus ou moins foncé sous celle du chlorure d'or. Il est souple, et, dans les préparations histologiques, il se montre souvent gauchi par suite du dérangement amené dans les tissus sous l'influence des réactifs ou de l'instrument qui a servi à faire les coupes. Placé entre les faces planes des deux cellules du corpuscule simple que je considère en ce moment, le disque tactile ne

les déborde jamais. Son diamètre est même inférieur à celui de ces cellules qui, se touchant au delà de son bord, l'enveloppent de toutes parts et le contiennent comme le ferait une boîte dont le fond et le couvercle seraient identiques. Lorsque trois cellules entrent dans la composition d'un corpuscule du tact, il y a deux disques tactiles; s'il y a quatre cellules, trois disques. En un mot, a représentant le nombre des disques, b celui des cellules, $a = b - 1$. De ce fait il ressort avec la plus grande évidence que *les cellules des corpuscules du tact ne sauraient être considérées comme des organes nerveux terminaux*.

» Le tube nerveux, qui se distribue aux disques d'un corpuscule du tact composé de $2 + n$ cellules, affecte des dispositions variées. Parfois il a un trajet direct et il émet à chaque intervalle cellulaire une branche qui vient s'attacher à un disque spécial. D'autres fois il s'engage tout entier dans un espace intercellulaire, s'élargit pour former un disque tactile et se reconstitue au pôle opposé au niveau duquel il chemine pour aller se jeter dans le disque suivant. Je passe sur d'autres détails, et j'arrive à une disposition qui n'est pas sans importance pour la physiologie des nerfs sensitifs. Un tube nerveux, qui a déjà fourni à un corpuscule une ramification latérale, se divise et donne une branche secondaire qui va se terminer dans un corpuscule voisin.

» Sur une coupe bien réussie d'un corpuscule du tact, faite après macération de vingt-quatre heures dans une solution d'acide osmique à 1 pour 100 et traitée ensuite par le chlorure double d'or et de potassium à 1 pour 10000, les cellules présentent des stries parallèles entre elles, légèrement incurvées et dont la direction générale est perpendiculaire à leur face plane. Dans les mêmes conditions, le disque tactile apparaît granulé lorsque la section est perpendiculaire à sa fibre nerveuse : cet aspect granulé est dû à la coupe de fibrilles provenant de l'épanouissement du cylindre-axe.

» De cette description il résulte que le disque tactile, véritable organe nerveux sensitif, est protégé contre les excitations mécaniques venues du dehors par les cellules spéciales qui l'entourent. Dès lors, il ne peut être impressionné que d'une façon indirecte; je pense même que le contact des objets extérieurs agit d'abord sur les cellules du corpuscule qui, par un mécanisme qui nous est inconnu, peut-être en produisant de l'électricité, de la chaleur ou une substance chimique irritante pour les nerfs, réagiraient à leur tour sur les disques du tact. C'est là une hypothèse dont la seule valeur, je le reconnais, est de conduire à de nouvelles recherches.

» En terminant, je dois ajouter que j'ai étudié les corpuscules du tact des doigts de l'homme et que la constitution de ces corpuscules, bien que plus complexe, est entièrement comparable à celle des corpuscules de la langue et du bec des Palmipèdes. J'y reviendrai dans une prochaine Communication sur les nerfs de la peau. »

PHYSIOLOGIE. — *Essai de stasimétrie ou de mesure de la consistance des organes.* Note de M. **Bitot**, présentée par M. Vulpian. (Extrait.)

« ... J'ai fait exécuter un instrument qui permet, non-seulement de mesurer la pression au contact, mais encore, en pénétrant dans l'intérieur des organes, de traduire la différence que peuvent présenter dans leur cohésion les éléments qui les constituent. Je désigne cet instrument sous le nom de *stasimètre* (de στάσις, consistance; μέτρον, mesure).

» Le stasimètre est une espèce de balance agissant de bas en haut et fixée à un pied mobile : son fléau tourne autour d'un axe reçu dans des trous de saphir. Au centre du fléau est attaché un pendule à poids successifs, entraînant une longue aiguille indicatrice, captive de celui-ci par son extrémité inférieure. L'extrémité supérieure de cette aiguille, parcourant un cadran méthodiquement gradué, traduit en poids l'ébranlement subi par le pendule. A l'extrémité gauche du fléau par rapport à l'observateur se trouve une aiguille dite *perforante* ou *sondante*. L'extrémité droite soutient un petit plateau contrôleur.

» Dans le Mémoire annexé à cette Note: *Étude sur le corps vitré*, je démontre, au moyen du stasimètre, la non-homogénéité du corps vitré, ce qui est conforme à l'idée émise théoriquement par Vallée dans une série de Mémoires adressés à l'Académie (*Théorie de l'œil*). L'aspiration de l'humeur hyaloïdienne, faite avec la seringue de Pravaz en différents points de la profondeur du corps vitré, confirme le résultat de mes expériences.

» J'ai fait des recherches analogues sur plusieurs autres organes, en particulier sur les centres nerveux étudiés à l'état normal et à l'état pathologique. Je me propose de communiquer prochainement à l'Académie les résultats que j'ai obtenus. »

TÉLÉGRAPHIE. — *Sur une modification du téléphone Bell, à membranes multiples.* Note de M. **Trouvé**. (Extrait.)

« L'ingénieux appareil de M. Bell ne transmet la voix, sur les lignes

ordinaires, qu'à des distances relativement courtes, par suite de la faiblesse des courants produits par le manipulateur. Nos expériences ont eu pour but de remédier à cet inconvénient, en renforçant les courants transmetteurs dans des proportions illimitées, afin de pouvoir communiquer à la même distance que le télégraphe ordinaire.

» Nous avons substitué, à la membrane unique du téléphone de M. Bell, une chambre cubique, dont chaque face, à l'exception d'une, est constituée par une membrane vibrante. Chacune de ces membranes, mise en vibration par le même son, influence un aimant fixe, également muni d'un circuit électrique. De cette sorte, en associant tous les courants engendrés par ces aimants, on obtient une intensité unique qui croît proportionnellement au nombre des aimants influencés. On peut remplacer le cube par un polyèdre dont les faces seront formées d'un nombre indéfini de membranes vibrantes, afin d'obtenir l'intensité voulue.

» Supposons maintenant une ligne établie, sur laquelle nous disposons un téléphone semblable à celui que nous venons de décrire, et divisons les membranes et les aimants en deux séries, dont les efforts sont totalisés en deux parties différentes, c'est-à-dire que les circuits des aimants soient réunis par moitié, de manière que, lorsqu'on prononcera une note sur un pareil système placé sur une ligne télégraphique, cette note envoie des courants sur le même fil en sens différent.

» On conçoit dès lors que, si une dépêche est envoyée et reçue par l'employé correspondant, cet employé, pour la transmettre, n'a qu'à prononcer la même note et les mêmes phrases; mais, en même temps qu'elle est envoyée au poste suivant, elle est également retournée comme contrôle au poste de départ, par suite de la disposition de nos deux séries. On a ainsi le contrôle le plus efficace qu'on puisse désirer.

» Un simple commutateur permet de faire agir la totalité des efforts du manipulateur sur une seule membrane du récepteur.

» Ce système, exécuté en petit, nous a donné, avec notre matériel déjà existant de télégraphie militaire, le meilleur et le plus rapide de tous les télégraphes. »

M. **Pollard** transmet à l'Académie, par l'entremise de M. du Moncel, une Note sur le téléphone.

D'après la description et le croquis donnés par le *Scientific American*, M. Pollard a tenté de construire, à Cherbourg, le téléphone de M. Graham Bell. En employant pour fil de la bobine les résidus d'une petite bobine

de Ruhmkorff (fil n° 32), et comme plaque vibrante une plaque de tôle mince de fer-blanc du commerce, il a obtenu un appareil pouvant transmettre des phrases entières à des distances variables entre 2 kilomètres et 10 kilomètres, soit sur des lignes aériennes, soit sur des lignes en partie sous-marines. Il a pu constater également l'influence, déjà signalée, des courants circulaires dans les fils voisins : la plaque vibrante est alors soumise à des déplacements brusques, produisant des crépitations analogues au bruit de la grêle contre les vitres; ces bruits insolites, tout en gênant les expériences, n'ont point empêché la communication.

« M. **Th. du Moncel** fait remarquer, à propos de cette Note de M. Pollard, que l'invention du téléphone pourrait être considérée comme remontant à plus de vingt ans. Il rappelle que, dans le tome II (p. 225) de la première édition de son *Exposé des applications de l'électricité*, publié en 1854, et dans le tome III de la seconde édition (p. 110), il décrit un système imaginé par M. Ch. B***, dans lequel le téléphone est indiqué à peu près tel qu'il existe actuellement; bien que la condition principale qui a résolu le problème n'y soit pas mentionnée, l'inventeur paraissait être sur la voie, car, après avoir montré la différence qui existe entre les vibrations produisant les sons musicaux et celles qui produisent les sons articulés, il dit, à la fin de sa description :

« Quoi qu'il arrive, il est certain que, dans un avenir plus ou moins éloigné, *la parole* sera transmise à distance *par l'électricité. J'ai commencé des expériences à cet égard;* elles sont délicates et exigent du temps et de la patience; mais les approximations obtenues font entrevoir un résultat favorable. »

« Dans un autre passage de sa Note, M. B*** dit :

« A moins d'être sourd et muet, qui que ce soit pourra se servir de ce mode de transmission, qui n'exigerait aucune espèce d'appareil. *Une pile électrique, deux plaques vibrantes et un fil métallique suffiraient.* »

» Il est probable, ajoute M. du Moncel, que les essais tentés par M. B*** devaient être analogues à ceux qu'a tentés dernièrement, avec une pile, M. Richemond, et qui ont fort bien réussi. M. B*** n'a pas donné signe de vie depuis vingt ans; mais sa Note est très-bien raisonnée, et montre qu'il était bien au courant des phénomènes de la Physique. Si je n'y ai pas attribué une grande importance, c'est qu'aucune disposition précise n'était indiquée.

» Quoi qu'il en soit, on ne peut se dissimuler que c'est M. G. Bell qui est l'inventeur du téléphone, car, entre une première idée et sa réalisation

définitive, il y a tout un monde; et c'est simplement parce que M. G. Bell a rendu l'*intensité des courants* transmettant les vibrations de la voix *solidaire de leur amplitude et de leurs inflexions*, que le problème a pu être résolu. Maintenant, plusieurs savants et inventeurs cherchent à perfectionner le teléphone, et parmi eux nous citerons : MM. Edison, Varley, Richemond, etc. [1]. »

M. E. Maumené adresse une nouvelle Note au sujet de la chaleur dégagée par le mélange de l'acide sulfurique et de l'eau.

L'auteur persiste dans l'assertion, déjà plusieurs fois émise par lui, que le mélange d'acide sulfurique et d'eau dégage des quantités de chaleur différentes, selon que l'acide a été récemment chauffé jusqu'à l'ébullition, ou qu'il a été conservé depuis longtemps.

M. E. Maumené adresse quelques remarques sur la Note récente de M. *Courtonne*, concernant la solubilité du sucre.

M. le général Morin entretient l'Académie d'un nouvel appareil de sondage, destiné aux travaux d'hydrographie des côtes, imaginé par M. Pereira Pinheiro, lieutenant de la marine brésilienne.

« J'ai reçu de S. M. l'empereur don Pedro, dit M. le général Morin, pour être communiqué à l'Académie, un article du *Journal officiel* du Brésil, dans lequel il est rendu un compte sommaire des expériences que la Direction générale du service hydrographique a fait exécuter, au mois d'août dernier, à l'aide d'un appareil de sondage qui a été imaginé par M. Pereira Pinheiro, et auquel l'auteur a donné le nom de *sondographe*.

» L'objet de l'auteur est de fournir, pour les recherches d'Hydrographie, un moyen simple et pratique d'obtenir, sur le pont même d'un navire d'exploration en marche, sous la main de l'officier de quart, une représentation graphique continue des profondeurs d'eau dans la portion parcourue, quelles que soient les variations, plus ou moins brusques, qu'elles puissent présenter.

» Un Rapport de M. le baron de Teffé, directeur général du service hydrographique du Brésil, sur les expériences d'essais exécutées le 13 août dernier, n'est malheureusement pas accompagné de la description de

[1] Je décris actuellement tous ces systèmes dans le cinquième volume de mon *Exposé des applications de l'electricité*, actuellement sous presse, et qui paraîtra à la fin de l'année.

l'appareil, et l'on s'est borné à signaler la concordance très-satisfaisante des profondeurs d'eau fournies par les tracés, avec celles qu'accusait directement la sonde. Ces expériences ont été exécutées à l'aide d'un bateau à vapeur, dont la marche était d'environ 6 kilomètres à l'heure, et par des tirants d'eau compris entre 2 et 8 mètres seulement; mais elles ont eu lieu en passant sur des récifs très-accidentés, sans que l'instrument ait éprouvé aucune avarie.

» Le parti que l'hydrographie des côtes peut tirer d'un appareil de ce genre m'a paru assez important pour que j'aie cru pouvoir demander à l'illustre Associé de l'Académie de vouloir bien faire adresser à la Société une description détaillée de celui de M. le lieutenant Pereira Pinheiro, accompagnée de dessins, des résultats des expériences et même d'un modèle susceptible de fonctionner, afin que la Section de Géographie et de Navigation puisse être invitée à l'examiner. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 novembre 1877.

(suite.)

Valvata disjuncta, *G. Dollf. Espèce nouvelle des meulières supérieures des environs de Paris; par* G. Dollfus. Bruxelles, typogr. Weissenbruch, 1877; opusc. in-8°.

Contributions à la faune des marnes blanches supérieures au gypse; par M. G. Dollfus. Meulan, impr. Masson; opusc. in-8°.

Report of the meteorological Committee of the royal Society, for the period of seventeen months ending 31st *may* 1877. London, G. Eyre and W. Spottiswoode, 1877; br. in-8°.

Tke optical deportment of the atmosphere in relation to the phenomena of putrefaction and infection; by John Tyndall. London, Trubner and C°, 1876; in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the Royal Society.*)

Further researches on the deportment and vital persistence of putrefactive and

infective organism, from a physical point of view; by John TYNDALL. London, 1877; in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the Royal Society.*)

Riposta del socio P. VOLPICELLI *alle obbiezioni fatte dal prof. G. Pisati contro la moderna teorica di Melloni sulla elettrostatica induzione.* Roma, 1877; in-4°. (Reale Accademia dei Lincei.)

Anuario del Observatorio de Madrid, año XIII, 1873; año XIV, 1876. Madrid, impr. de Miguel Ginesta, 1872 et 1875; 2 vol. in-8°.

Observaciones meteorologicas efectuadas en el Observatorio de Madrid, 1870-1871, 1871-1872, 1872-1873. Madrid, impr. de Miguel Ginesta, 1872-1874; 3 vol. in-8°.

Resumen de las observaciones meteorologicas efectuadas en la Peninsula, 1870-1871, 1871-1872, 1872-1873. Madrid, impr. de Miguel Ginesta, 1872-1875; 3 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 19 novembre 1877.)

Page 922, ligne 1, *au lieu de* (dont Newton ne parle guère, 1717), *lisez* (dont Newton ne parle qu'en 1717).

Page 923, ligne 3, *au lieu de* J.-Ét. Geoffroy, *lisez* François-Étienne Geoffroy.

Page 924, ligne 10, *au lieu de* m'être occupé, *lisez* avoir commencé à m'occuper.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 DÉCEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur la production artificielle du corindon, du rubis et de différents silicates cristallisés.* Note de MM. E. **Fremy** et **Feil**.

La minéralogie synthétique, c'est-à-dire la production artificielle des minéraux, présente, au point de vue de la Science, un intérêt que tout le monde comprend, car elle jette le plus grand jour sur le mode de formation des substances minérales et permet de résoudre, relativement à leur composition, certaines questions que l'analyse chimique laisse souvent indécises.

» En effet, le minéral qui paraît le plus pur contient presque toujours, à l'état d'interposition, des corps étrangers qui se trouvaient dans le milieu qui l'a formé : l'analyse est alors impuissante pour déterminer la composition réelle du minéral, tandis qu'une reproduction synthétique permet de distinguer les éléments constitutifs de ceux qui ne sont qu'accidentels.

» Un grand nombre de minéraux ont été produits artificiellement par la voie sèche, par la voie humide et par les méthodes si ingénieuses de M. Becquerel; les reproductions synthétiques prennent chaque jour une

extension nouvelle, comme le prouvent les découvertes récentes de M. Hautefeuille.

» Le corindon est peut-être le minéral qui a le plus exercé la sagacité des chimistes.

» Tous les savants connaissent les beaux travaux qui ont été publiés sur les différents modes de cristallisation de l'alumine, par Ebelmen, de Senarmont, et ensuite par MM. H. Sainte-Claire Deville et Caron, par M. Gaudin et par M. Debray ([1]).

» Nous avons pensé que, même après ces recherches remarquables, il nous serait encore permis d'intéresser l'Académie, en lui faisant connaître les procédés que nous employons pour produire de l'alumine différemment colorée et cristallisée, c'est-à-dire du rubis et du saphir, en masses suffisantes pour être employées dans l'horlogerie et pour se prêter à la taille des lapidaires.

» Les méthodes que nous allons décrire pourront probablement s'appliquer à la production artificielle d'autres minéraux; sous ce rapport elles nous paraissent présenter un véritable intérêt scientifique.

» Voulant nous rapprocher autant que possible des conditions naturelles qui ont déterminé probablement la formation du corindon, du rubis et du saphir, nous avons emprunté à l'industrie ses appareils calorifiques les plus énergiques, qui permettent de produire une température élevée, de la prolonger pendant longtemps et d'opérer sur des masses considérables; en effet, nous avons agi souvent sur 20 ou 30 kilogrammes de matières que nous chauffions, sans interruption, pendant vingt jours.

» C'est dans le four de l'usine Feil que nous avons disposé les expériences qui exigeaient la plus haute température. Lorsque nos essais demandaient une calcination prolongée, nous avions recours à un four à glaces, que la Compagnie de Saint-Gobain a bien voulu mettre généreusement à notre disposition. Dans ce cas, nos essais étaient dirigés par un chimiste très-distingué, M. Henrivaux, qui, par sa surveillance intelligente, en assurait le succès; nous sommes heureux de lui adresser ici tous nos remercîments.

» La méthode qui nous a permis de produire la plus grande quantité d'alumine cristallisée est la suivante :

» Nous commençons par former un aluminate fusible et nous le chauf-

---

([1]) On sait qu'en traitant à chaud le phosphate d'alumine et la chaux par l'acide chlorhydrique, M. Debray a obtenu à la fois l'apatite et l'alumine cristallisée.

fons ensuite au rouge vif avec une substance siliceuse ; dans ce cas l'alumine se trouve dégagée lentement de sa combinaison saline en présence d'un fondant et cristallise.

» Nous attribuons la cristallisation de l'alumine à différentes causes : soit à la volatilisation de la base qui est unie à l'alumine, soit à la réduction de cette base par les gaz du fourneau, soit à la formation d'un silicate fusible qui, par la combinaison de la silice avec la base, isole l'alumine, soit enfin à un phénomène de liquidation qui produit un silicate très-fusible et de l'alumine peu fusible : tous ces cas se sont présentés dans nos essais ; mais le déplacement de l'alumine par la silice nous paraît être le procédé le plus sûr pour opérer la cristallisation de l'alumine.

» Plusieurs aluminates fusibles se prêtent à ces différents genres de décomposition ; celui qui, jusqu'à présent, nous a donné les résultats les plus nets est l'aluminate de plomb.

» Lorsqu'on place dans un creuset de terre réfractaire un mélange de poids égaux d'alumine et de minium, et qu'on le calcine au rouge vif pendant un temps suffisant, on trouve dans le creuset, après son refroidissement, deux couches différentes ; l'une est vitreuse et formée principalement de silicate de plomb, l'autre est cristalline, elle présente souvent des géodes remplies de beaux cristaux d'alumine.

» Dans cette opération les parois du creuset agissent par la silice qu'elles contiennent ; elles sont toujours amincies et souvent percées par l'action de l'oxyde de plomb : aussi, pour éviter la perte du produit, nous opérons ordinairement dans un double creuset.

» L'expérience que nous venons de décrire donne des cristaux blancs de corindon : lorsque nous voulons obtenir des cristaux qui présentent la couleur rose du rubis, nous ajoutons au mélange d'alumine et de minium 2 à 3 pour 100 de bichromate de potasse.

» Nous produisons la coloration bleue du saphir en employant une petite quantité d'oxyde de cobalt mélangé à une trace de bichromate de potasse.

» Les cristaux de rubis ainsi obtenus sont ordinairement recouverts de silicate de plomb que nous enlevons de différentes façons, soit par l'action de l'oxyde de plomb fondu, soit par l'acide fluorhydrique, soit par la potasse en fusion, soit par une calcination prolongée dans l'hydrogène, et ensuite par l'action des alcalis et des acides ; mais, dans certains cas, nous trouvons, dans les géodes, des cristaux qui sont presque purs et qui présentent alors tous les caractères des corindons et des rubis naturels ; ils en ont

la composition, l'éclat adamantin, la dureté, la densité et la forme cristalline.

» Nos rubis, en effet, rayent le quartz et la topaze; leur densité est de 4,0 à 4,1 : ils perdent, comme les rubis naturels, leur coloration rose lorsqu'ils sont fortement chauffés et la reprennent par le refroidissement : soumis à des lapidaires, ils ont été trouvés aussi durs que les rubis naturels et souvent même plus durs : ils usent très-rapidement les meilleures meules d'acier trempé : M. Jannettaz a bien voulu soumettre nos rubis à des observations cristallographiques; au microscope d'Amici, nos rubis, qui ont la forme de prismes hexagonaux, offrent dans leur intérieur une croix noire et des anneaux colorés sur les bords.

» Les cristaux que nous montrons à l'Académie, et que nous avons fait tailler, n'ont pas encore l'éclat qu'exige le commerce, parce qu'ils ne présentaient pas au lapidaire des faces favorables au clivage et à la taille : mais voici des masses cristallines qui pèsent plusieurs kilogrammes, et dans lesquelles nous trouverons sans doute des cristaux pouvant être taillés facilement.

» Nous décrirons actuellement la méthode qui nous a permis de produire les beaux échantillons de silicates cristallisés que nous mettons sous les yeux de l'Académie; les expériences que nous allons décrire se lient aux précédentes, car elles nous ont donné souvent des cristaux de corindon à côté des silicates cristallisés.

» C'est au moyen des fluorures que nous avons produit les corps cristallisés, dont il nous reste à parler : en exécutant ces recherches, nous avons eu l'occasion d'apprécier toute la justesse des observations de M. Daubrée qui, le premier, a démontré le rôle important que le fluor a joué, comme minéralisateur, dans la formation des gîtes minéraux et des silicates; ces vues se trouvent confirmées de nouveau par nos expériences.

» Nous avons reconnu, en nous laissant guider par les travaux classiques de M. Henri Sainte-Claire Deville, que de tous les minéralisateurs le plus actif est peut-être le fluorure d'aluminium. Soumettant à une température rouge, pendant plusieurs heures, un mélange à poids égaux de silice et de fluorure d'aluminium, nous avons constaté que, par la réaction mutuelle des deux corps, il se dégage du fluorure de silicium et l'on obtient un corps cristallisé qui nous paraît être du *dysthène*, c'est-à-dire du silicate d'alumine.

» D'après les déterminations de M. Jannettaz, ce corps se présente en cristaux aciculaires biréfringents, qui éteignent la lumière obliquement par rapport à leurs arêtes; ils appartiennent sans doute à l'un des systèmes obliques; au prisme oblique à base rhombe ou au prisme doublement oblique. Ces cristaux nous ont offert la composition suivante :

Silice	47,65
Alumine	51,85
Perte	0,50

Cette composition se rapproche de celle du dysthène naturel (¹).

» L'action du fluorure d'aluminium sur l'acide borique nous a donné un borate d'alumine cristallisé, qui correspond au dysthène.

» Nous exécutons en ce moment une série d'essais, dans lesquels le fluorure d'aluminium agira sur d'autres acides minéraux.

» Le fait important de la volatilité du fluorure d'aluminium, découvert par M. Henri Sainte-Claire Deville, nous a permis d'expliquer facilement les expériences dont il nous reste à parler.

» Lorsqu'on chauffe, à une température très-élevée et pendant longtemps, un mélange à poids égaux d'alumine et de fluorure de baryum, dans lequel on a introduit deux ou trois centièmes de bichromate de potasse, on obtient une masse cristallisée, dont l'étude présente le plus grand intérêt.

» Si la calcination a été opérée dans un creuset recouvert d'un autre qui sert en quelque sorte de condensateur, on trouve dans les creusets deux sortes de cristaux : les uns, qui semblent s'être volatilisés, sont de longs prismes incolores, qui ont souvent plusieurs centimètres de longueur et qui présentent l'aspect des fleurs argentines d'antimoine; les autres sont des cristaux de rubis, remarquables par la régularité de leurs formes et leur belle coloration rose.

» Les longs cristaux prismatiques et incolores sont formés par un silicate double de baryte et d'alumine, qui présente cette composition :

Silice	34,32
Baryte	35,04
Alumine	30,37

(¹) Les cristaux que nous avons obtenus sont d'une production très-facile, mais ils ne sont pas volumineux; ils pourraient donc appartenir à ces variétés fibreuses de dysthène décrites sous les noms de *Fribolite*, *Bucholzite*, *Bamlite* et *Sillimanite*.

» Dans nos essais, ce silicate double est venu souvent cristalliser en prismes clinorhombiques assez courts, durs et transparents, qui ont la même composition que les longues aiguilles prismatiques et creuses, comme M. Terreil l'a reconnu.

» M. Jannettaz a constaté que les longs prismes sont constitués souvent par quatre lames à faces parallèles formant les faces d'un prisme creux; ces lames sont minces, elles éteignent la lumière sous le microscope, ou plutôt elles laissent persister l'obscurité entre deux Nicols, parallèlement à leurs intersections mutuelles; le plan des axes optiques est parallèle à ces intersections, elles se coupent sous des angles de 60° 42′ et 119° 18′.

» Il s'est donc produit, dans cette réaction curieuse, du corindon et un silicate double cristallisé; ces deux substances cristallines résultent des transformations suivantes :

» Dans la calcination du mélange d'alumine et de fluorure de baryum, il s'est formé évidemment du fluorure d'aluminium et de la baryte.

» Le fluorure d'aluminium, une fois produit, a dû agir de deux façons différentes.

» Décomposé par les gaz du foyer, il a formé de l'acide fluorhydrique et du corindon qui a cristallisé sous l'influence des vapeurs.

» Agissant en outre sur la silice du creuset, il a donné naissance à du silicate d'alumine qui, en s'unissant à la baryte, a produit les beaux cristaux de silicate double d'alumine et de baryte que nous présentons à l'Académie.

» Telle est, selon nous, la théorie de la réaction.

» Qu'il nous soit permis actuellement d'insister ici sur les conditions qui ont déterminé la cristallisation des deux corps, celle du corindon et du silicate double.

» En jetant les yeux sur les échantillons que nous montrons ici, et qui présentent des cristaux si nets, on est frappé de la place qu'ils occupent dans les creusets; ils semblent s'être volatilisés, et cependant, en les exposant aux températures les plus élevées de nos foyers, nous avons reconnu qu'ils sont absolument fixes.

» C'est que les fluorures ne sont pas seulement des minéralisateurs puissants, ce sont aussi des composés qui donnent, comme on le disait autrefois, des ailes aux corps les plus fixes. Ne se rappelle-t-on pas, en effet, cette formation si remarquable du feldspath orthose produit artificiellement et trouvé dans la partie supérieure d'un fourneau à cuivre du Mansfeld? L'emploi du fluorure de calcium dans le lit de fusion du fourneau qui a produit ce feldspath permet de croire que le fluor est intervenu, dans ce cas, comme agent de transport.

» C'est ce fait qui s'est présenté évidemment dans nos expériences, comme dans celles qui ont été exécutées si souvent par M. H. Sainte-Claire Deville; les agents de transport et de cristallisation du corindon et du silicate double sont également les composés fluorés que nous avons employés.

» Il était à présumer que cette action du fluorure de baryum sur l'alumine, en présence de la silice, qui forme un silicate double cristallisé, rentrerait dans un phénomène général se rapportant à la décomposition des fluorures par différentes bases.

» C'est en effet ce que nous avons constaté; dans une autre Communication nous décrirons des silicates doubles cristallisés qui se produisent dans les mêmes conditions que le silicate double d'alumine et de baryte : c'est alors que nous donnerons les formules générales de ces composés.

» Tel est le résumé des recherches que nous voulions présenter aujourd'hui à l'Académie : il est probable que nos expériences, qui donnent, en masses considérables, des corps dont la dureté est comparable à celle du rubis naturel, seront utilisées d'un moment à l'autre par l'horlogerie et même par la joaillerie.

» Nous dirons en terminant que, dans ce travail, le but que nous poursuivons est exclusivement scientifique; nous mettons, par conséquent, dans le domaine public, les faits que nous avons découverts, et nous serons très-heureux d'apprendre qu'ils ont été appliqués utilement à l'industrie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants.* Note de M. SYLVESTER.

« Je vais donner les fractions génératrices pour trois nouveaux cas pour lesquels on peut comparer les résultats quant à l'échelle fondamentale avec des résultats déjà connus. Ces trois cas seront : 1° celui d'un système contenant une forme linéaire et une forme cubique; 2° d'un système contenant une forme quadratique et une forme cubique; 3° d'un système de deux cubiques. Dans une Communication prochaine, je donnerai la théorie qui s'applique aux cas d'un nombre indéfini de formes linéaires et d'un nombre indéfini de formes quadratiques. Entre ces cas il existe un lien vraiment surprenant. Je n'ai pas besoin de dire que, par rapport aux considérations qui limitent l'horizon des recherches de l'école allemande en matière de formes algébriques, ces deux cas n'offrent à

peine aucune prise pour construire une théorie, ou pour mieux dire la théorie qu'on construit s'épuise en quelques mots; au contraire, selon les idées constituantes de la méthode anglaise, ces deux cas mènent à une théorie très-étendue et à des recherches du plus haut intérêt. En effet, le premier cas est celui de la théorie des rapports syzygétiques de fonctions des différences d'un nombre quelconque donné de quantités, théorie qui doit réagir puissamment sur celles de formes de degrés quelconques; de plus, dans le traitement de l'un et l'autre cas, j'aurai occasion de donner une solution de certains problèmes de l'Algèbre ordinaire de la plus grande beauté, en faisant appel à des principes algébriques que je crois être d'un genre tout à fait nouveau.

» Commençons par le cas d'un système composé d'une forme linéaire et d'une cubique. Le dénominateur de la fraction génératrice sous la forme canonique sera

$$(1-b^4)(1-b^2a^2)(1-ba^5)(1-ax)(1-b^2x^2)(1-bx^3),$$

où a est le symbole pour la fonction linéaire, et b pour la cubique. Ainsi il y aura six formes fondamentales primaires :

» L'invariant et la hessienne de la cubique, les deux formes données, leur résultant (typifié par ba^3) et le résultant de la hessienne et la forme linéaire typifiée par b^2a^2.

» Le numérateur est

$$\begin{aligned} &1+a^3b^3 && +(-ab^3-a^4b^6)x^4 \\ &+(a^2b+ab^4+a^2b^3-a^4b^3)x && +(b^3-a^2b^3-a^5b^4-a^4b^5)x^3 \\ &+(ab+ab^3-a^3b^3-a^3b^5)x^2. \end{aligned}$$

» Les termes positifs ne perdent rien en étant assujettis au tamisage. Il reste donc sept formes fondamentales secondaires :

1 invariant typifié par......	3.3.0
3 covariants linéaires.......	2.1.1 1.2.1 2.3.1
2 covariants quadratiques....	1.1.2 1.3.2
1 covariant cubique........	0.3.3

ce dernier appartenant à la cubique prise séparément.

» Prenons, en troisième lieu, le système composé d'une quadratique et d'une cubique. Le symbole a appartiendra à la première, b à la seconde.

» La fraction génératrice, sous sa forme canonique, aura pour dénomi-

nateur

$$(1-a^2)(1-b^4)(1-ab^2)(1-a^3b^4)(1-ax^2)(1-bx^3)(1-b^2x^2)$$

et pour numérateur

$$\begin{aligned}&(1+a^3b^4)\\&+(ab+a^2b+ab^3+a^2b^3)x\\&+(ab^2+a^2b^2+a^3b^2+a^2b^4-a^4b^4-a^3b^6)x^2\\&+(ab+b^3-a^2b^3-ab^4-a^2b^5-a^3b^5)x^3\\&+(-a^2b^4-a^3b^4-a^2b^6-a^3b^5)x^4\\&+(-ab^3-a^4b^7)x^5.\end{aligned}$$

» Le produit constant de chaque couple conjugué est, comme on voit, $-a^4b^7x^5$, et le rapport, qui est toujours constant entre les termes conjugués, qui figurent dans la partie sans x, et la partie qui multiplie la plus haute puissance de x de ces fractions génératrices, est $-ab^3$.

» Ainsi on a sept formes fondamentales primaires : les deux invariants des formes données, prises séparément ; deux autres invariants dont l'ordre, dans les coefficients de la quadratique et de la cubique, respectivement, est pour l'un (1, 2) et pour l'autre (3, 3), les deux formes données elles-mêmes et la hessienne de la cubique.

» Quant au numérateur, on voit que les seuls coefficients positifs qui disparaissent sous le tamisage sont : $a^2b^2x^2$, $a^3b^2x^2$, $a^2b^4x^2$. Il reste les sept formes fondamentales secondaires, figurées par ces nombres :

1 invariant.	3.4.0
4 covariants linéaires.	1.1.1 2.1.1 1.3 1 2.3.1
1 covariant cubique.	1.2 2
2 covariants cubiques.	1.1.3 3.3.3

dont les derniers appartiennent à la cubique donnée, prise séparément.

» Comme dernier cas prenons le système composé de deux cubiques binaires ayant a et b pour leurs symboles.

» Le dénominateur de la fraction génératrice canonique sera

$$\begin{aligned}&(1-a^4)(1-b^4)(1-ab)(1-ab^3)\\&\times(1-a^3b)(1-ax^3)(1-a^2x^2)(1-bx^3)(1-b^2x^2)\end{aligned}$$

donnant neuf formes fondamentales secondaires dont les invariants et les hessiennes des cubiques données constituent 6 et en outre les trois inva-

riants ayant pour symboles $ab:ab^2:a^3b$. Son numérateur sera

$$\begin{aligned}
&1 + a^2b^2 + a^3b^3 + a^5b^5 \\
&+ (ab^2 + a^2b + ab^4 + a^4b + a^3b^2 + a^2b^3 + a^3b^4 + a^4b^3)x \\
&+ (ab + ab^3 + a^2b^2 + a^3b + a^4b^4 - a^5b^7 - a^7b^5)x^2 \\
&+ (a^3 + a^2b + ab^2 + b^3 - a^4b - ab^4 \\
&\quad - ab^6 - 2a^3b^4 - 2a^4b^3 - a^6b - 2a^5b^6 - 2a^6b^5)x^3 \\
&+ (ab - ab^5 - a^2b^4 - a^3b^3 - a^4b^2 - a^5b - a^2b^6 - 2a^3b^5 - 2a^4b^4 \\
&\quad - 2a^5b^3 - a^6b^2 - a^3b^7 - a^4b^6 - a^5b^5 - a^6b^4 - a^7b^3 + a^7b^7)x^4 \\
&+ (-2a^2b^3 - 2a^3b^3 - a^2b^7 - 2a^4b^5 - 2a^5b^4 \\
&\quad - a^7b^2 - a^4b^7 - a^7b^4 - a^5b^8 - a^6b^7 - a^7b^6 - a^8b^5)x^5 \\
&+ (-ab^3 - a^3b + a^4b^4 + a^5b^7 + a^6b^6 + a^7b^5 + a^7b^7)x^6 \\
&+ (a^4b^5 + a^5b^4 + a^5b^6 + a^4b^7 + a^7b^4 + a^6b^7 + a^7b^6)x^7 \\
&+ (a^3b^3 + a^5b^5 + a^6b^6 + a^8b^8)x^8.
\end{aligned}$$

» On remarquera que le produit constant général pour les termes conjugués est ici $+a^8b^8x^8$; bien entendu que chaque terme précédé par un coefficient, disons k, doit être compté comme k termes avec le coefficient unité dont chacun aura été conjugué. On remarquera aussi le rapport constant de $1 : a^3b^3$ entre les quatre termes au commencement et les coefficients des quatre à la fin, et de plus le produit constant partiel pour ces deux groupes, c'est-à-dire a^5b^5 pour l'un, et conséquemment $a^{11}b^{11}$ pour l'autre. Ces trois théorèmes, le produit constant général, le produit constant pour la partie qui symbolise ces invariants et le rapport constant entre les termes de cette partie et les coefficients en nombre égal à la fin sont des caractères permanents pour toutes les fractions génératrices dont on se sert dans le calcul des invariants, et qu'on peut démontrer *a priori*.

» En soumettant les termes positifs au tamisage, on trouvera sans peine que les seuls qui restent seront les suivants :

a^2b^2, a^3b^3.
ab^2x, a^2bx, ab^4x, a^4bx, a^3b^2x, a^2b^3x, a^3b^4x, a^4b^3x,
abx^2, ab^3x^2, $a^2b^2x^2$, a^3bx^2.
a^3x^3, $a^2bx^3ab^2x^3$, a^3x^3.
abx^4.

» Donc il y a 19 formes fondamentales secondaires, *savoir :*

2 invariants	typifiés par	2.2.0 3.3.0.
8 covariants linéaires	»	1.2.1 2.1.1 1.4.1 4.1.1 3.2.1 2.3.1 3.4.1 4.3.1.
4 covariants quadratiques.	»	1.1.2 1.3.2 2.2.2 3.1.2.
4 covariants cubiques	»	3.3.3 2.1.3 1.2.3 3.3.3.
1 covariant biquadratique.	»	1.1.4.

» Les résultats sont en parfait accord avec le résumé de M. Salmon, fondé sur les travaux de MM. Clebsch et Gordan : *Lessons on Higher Algebra*, 3e édition, p. 186, qui se trouvent ainsi pleinement confirmés, de sorte qu'on sait *apodictiquement* que rien de superflu ne peut être contenu dans leur Table des *Grundformen* pour ce cas-ci. »

HYDRAULIQUE. — *Sur divers moyens d'accélérer le service dans les écluses de navigation.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« On croit généralement qu'on n'a besoin d'épargner l'eau des écluses de navigation que dans les circonstances où un canal n'est pas suffisamment approvisionné pour des écluses de chute ordinaire. Or, si l'on pouvait augmenter ces chutes sans que cela occasionnât plus de dépense d'eau, il en résulterait déjà de très-grands avantages. Non-seulement cela permettrait, dans certains cas, de diminuer le capital de la construction d'un canal; mais, quand il y a un grand nombre d'écluses, cela permettrait de diminuer beaucoup la durée du passage d'un bateau d'une extrémité à l'autre du canal, en épargnant d'ailleurs le capital des appointements de beaucoup d'éclusiers. C'est surtout pour les grands bateaux chargés qu'il est facile de s'en rendre compte. Non-seulement il faut un certain temps pour les faire approcher, mais, dans l'état actuel des choses, quand on les fait sortir du sas, on éprouve une résistance considérable. Si le bateau entre, il repousse devant lui un grand prisme d'eau, de sorte qu'il faut qu'une masse considérable de liquide passe au-dessous de lui ou autour de ses flancs. S'il sort de l'écluse, il tend au contraire à se faire derrière lui une dénivellation, d'où résulte qu'une assez grande masse d'eau doit entrer autour de lui dans l'écluse.

» L'appareil d'épargne de mon invention peut d'ailleurs être disposé de manière à diminuer beaucoup le genre de résistance dont il s'agit. Cela dépend de l'endroit où débouche dans l'écluse le grand tuyau de conduite qui fait entrer ou sortir l'eau. A l'écluse de l'Aubois, n'étant pas fixé comme je le suis aujourd'hui, sur les avantages qui doivent résulter de la place de l'embouchure dont il s'agit, j'ai choisi pour cette place l'enclave des portes d'aval. Il résultait d'ailleurs de la disposition du pont canal immédiatement en amont de cette écluse qu'une des portes d'amont quand elle s'ouvrirait entièrement pour le passage des grands bateaux chargés, devait boucher presque entièrement la communication entre le canal et le réservoir des tubes mobiles. Malgré cela, j'ai pu constater que

les grands bateaux chargés, en entrant ou sortant du bief d'amont dans l'écluse ou de l'écluse dans ce bief, éprouvaient beaucoup moins de résistance quand on mettait ce réservoir d'amont en communication avec le sas.

» Si le grand tuyau de conduite avait débouché dans l'écluse, immédiatement en aval du mur de chute, des effets semblables se seraient présentés à l'entrée et à la sortie des grands bateaux chargés, l'eau étant supposée dans le sas au niveau du bief d'aval et la rigole de décharge étant en communication avec ce bief et avec le sas, le tube d'aval étant levé. On ne voit pas au premier aperçu comment les choses se passeraient si le grand tuyau de conduite débouchait à la place que je viens de signaler, quand l'écluse est en communication avec le bief d'amont. Dans ce cas, en effet, l'eau est obligée d'aller faire un détour qui, à certaines limites, est même presque de toute la longueur de l'écluse, soit pour être chassée dans ce tuyau par le bateau entrant, soit pour suivre ce bateau quand il sort. Mais il est juste de tenir compte de ce que ce bateau trouve au-dessous de lui un prisme d'eau d'une hauteur considérable, le tuyau de conduite débouchant au-dessous du niveau du bief d'aval, ce qui doit réduire à peu de chose la résistance provenant de ce que les filets liquides sont obligés de se courber avec d'assez petites vitesses pour faire le détour dont il s'agit, par des sections bien plus grandes que celles du tuyau de conduite.

» L'avantage de faire déboucher ce tuyau dans l'enclave des portes d'aval consiste en ce que : 1° il peut déboucher au-dessus du radier de l'écluse, ce qui permet de ne pas augmenter la profondeur des fondations; 2° sans augmenter cette profondeur, on fait entrer l'eau dans le sas de manière à ne pas rencontrer latéralement les bateaux montants qui ne viennent pas en général se poser devant cette enclave. Dans une écluse en construction, on a ménagé dans un des bajoyers le grand tuyau de conduite dont il s'agit, en le faisant ainsi déboucher dans le sas, et cela n'a exigé qu'un surcroît de dépense de 2000 francs.

» S'il avait débouché immédiatement en aval du mur de chute, il aurait probablement été nécessaire de le faire déboucher plus bas et même d'établir dans le radier de l'écluse une sorte de prolongement de ce tuyau de conduite par un canal découvert le long du mur de chute, afin que l'eau ne vînt pas frapper latéralement la proue des grands bateaux chargés montants. On pourrait d'ailleurs, dans cette hypothèse, ménager aussi le tuyau de conduite dans un des bajoyers, en établissant les tubes mobiles à l'autre extrémité de l'écluse, la rigole de décharge étant alors réduite à

très-peu de chose et le principal canal de communication étant entre les tubes et le bief d'amont. C'est d'ailleurs surtout pour compléter l'exposition des principes que je signale cette disposition, car elle changerait d'une manière essentielle les conditions pratiques résultant des grandes oscillations initiales et finales qui, pour le cas où le tuyau de conduite débouche dans l'enclave des portes d'aval, sont combinées d'une manière plus convenable pour le soulèvement des grands bateaux chargés.

» Il est intéressant d'examiner le cas où, comme je l'ai proposé dans la dernière séance, on ferait déboucher le grand tuyau de conduite perpendiculairement à la longueur de l'écluse, vers la moitié de cette longueur, ce tuyau traversant un des bajoyers et ayant sur toute la largeur de l'écluse une sorte de prolongement formé par un canal découvert. Quand le sas serait en communication avec le bief d'amont, le tube d'amont étant levé, dans les circonstances ordinaires où il n'y aurait point, comme à l'Aubois, un pont-aqueduc, la chambre du tube précité communiquant librement avec le bief d'amont, le bateau entrant ou sortant jouirait évidemment des avantages mentionnés ci-dessus, quant à la diminution de résistance provenant du passage de l'eau par le grand tuyau de conduite dans un sens ou dans l'autre. Je dois convenir que ces avantages ne seraient pas aussi complets, quant à la diminution des résistances provenant des propriétés de ce tuyau, pour le cas des grands bateaux chargés entrants ou sortants, quand l'eau de l'écluse serait au niveau du bief d'aval. En effet, quand le bateau entrerait, ce serait seulement pour la moitié environ de son parcours dans l'écluse que ce tuyau serait devant lui, et quand il sortirait, ce serait seulement aussi à peu près sur la moitié de son parcours dans le sas que ce tuyau serait derrière lui.

» Quel que soit celui des systèmes précités qu'on emploie pour faire entrer ou sortir l'eau de l'écluse, comme il faudra pour cela un tuyau de conduite d'un grand diamètre, on pourra diminuer beaucoup la profondeur des fondations qui résulterait de l'emploi de certains coudes. On peut voir, dans les *Comptes rendus* du 20 août 1855, t. XLI, p. 328, le moyen que j'ai proposé, après l'avoir, en 1852, vérifié par expérience, pour diminuer beaucoup la résistance de l'eau dans les coudes à angle droit brusque; il suffit de diviser un coude en plusieurs par des lames concentriques. Quand les diamètres sont assez grands, on n'a pas à craindre que ces lames arrêtent les herbes, dont on pourrait d'ailleurs se garantir au besoin en employant des grillages. Cette disposition a l'avantage de permettre de disposer les appareils de ce genre dans des espaces assez resser-

rés; elle est applicable non-seulement aux constructions indiquées dans les *Comptes rendus* des séances des 19 et 25 novembre, mais à divers appareils de mon invention, qu'elles permettent de simplifier. Ces lames courbes étaient appliquées aux expériences en grand faites aux bassins de Chaillot, qui ont été l'objet d'un Rapport favorable au Ministère des Travaux publics par MM. Le Breton et Vallès, inspecteurs généraux des Ponts et Chaussées.

» Mais, abstraction faite même des dispositions précitées, je désire surtout, dans cette Note, appeler l'attention sur les moyens d'accélérer le service des écluses de navigation, en employant et en exagérant même au besoin les grandes oscillations initiales et finales. En effet, si le tuyau de conduite a d'assez grandes dimensions, quant à la longueur et au diamètre, la vitesse partant de zéro et variant d'une manière suffisamment graduelle, cela permet de remplir et de vider l'écluse bien plus vite qu'avec les moyens ordinaires. En supposant même toutes choses égales d'ailleurs, il est clair que, pour les grands bateaux chargés, on serait obligé de prendre bien plus de précautions si l'on employait les ventelles en usage.

» Ce qu'il y aurait de mieux à faire, dans le cas où cela ne coûterait pas trop cher à cause des dimensions du tuyau de conduite, serait de vider l'écluse en employant une seule grande oscillation dans un bassin d'épargne et de la remplir aussi en employant une seule grande oscillation, l'eau revenant alors de ce bassin. On aurait à compléter l'opération en tirant du bief supérieur la quantité d'eau nécessaire pour compenser les pertes de travail provenant des résistances nuisibles. C'est l'idée d'employer au lieu de vannes *un grand tube vertical mobile*, qui permet de réaliser les combinaisons de ce genre; il est d'ailleurs facile de calculer les pertes dont il s'agit au moyen de la formule que j'ai rappelée dans ma Note du 19 novembre dernier. Cette combinaison ne paraît pas impraticable, quoique étant assez coûteuse: je l'ai signalée comme pouvant aussi avoir des avantages dans certaines circonstances. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu M. *de Baer*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. William Thomson obtient.....	27	suffrages.
M. Van Beneden »	25	»

M. W. Thomson, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. La nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

MINÉRALOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Hautefeuille, *relatif à la reproduction de l'albite et de l'orthose.*

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Des Cloizeaux, Daubrée rapporteur.)

« On sait quelle est l'importance, dans l'écorce terrestre des minéraux, du groupe des feldspaths : ils constituent, pour une grande partie, les roches granitiques et la plupart des roches éruptives.

» Cependant on n'avait encore pu reproduire, dans les laboratoires, aucune de ces espèces, au moins en cristaux bien caractérisés.

» Dans certains fourneaux à cuivre, de l'Allemagne, à Sangershausen, dans le Mansfeld, en 1834, et plus tard, en 1845, à Stollberg ou Harz, on avait, il est vrai, recueilli des cristaux très-nets qui, par leur composition chimique et par leur forme, avaient été reconnus être identiques avec l'orthose [1]. Ces cristaux, que possèdent beaucoup de collections, s'étaient formés à la partie supérieure des fourneaux, à côté de blende cristallisée. Ils s'y présentaient comme s'ils avaient été apportés par sublimation, ou au moins transportés à l'aide de vapeurs, et le fluorure de calcium employé dans les lits de fusion du minerai paraissait n'être pas étranger à ce transport. Mais ce n'étaient que des faits isolés et tout à fait accidentels que l'on n'avait pu imiter, et que l'on n'avait même plus rencontré depuis lors dans les usines où ils s'étaient produits.

» Comme l'orthose est fusible, on avait tenté de le faire cristalliser par un refroidissement lent, comme Berthier l'a fait, il y a plus de cinquante ans, pour le pyroxène. Mais on n'était jamais arrivé ainsi qu'à l'émail, qui est bien connu par ses emplois dans la céramique. D'un autre côté, Ebelmen n'avait encore pu aborder le problème par ses méthodes élégantes et fécondes, lorsque la mort est venue le frapper si prématurément.

» M. Hautefeuille, après avoir abordé avec succès la reproduction artificielle des principaux minéraux du titane, vient d'arriver pour deux des

---

[1] Léonard *Hutten-Erzengnisse*, p. 213.

espèces de feldspaths, l'albite et l'orthose, à un résultat non moins heureux, qui, selon toute probabilité, s'étendra bientôt à d'autres espèces du même groupe ([1]).

» Le procédé consiste à maintenir les éléments de ces minéraux, libres ou combinés, en présence de certains sels fondus, tels que l'acide tungstique et les tungstates alcalins.

» Ainsi un mélange de silice et d'alumine, en présence d'un tungstate acide de potasse, à une température comprise entre 900 et 1000 degrés, produit de la tridymite, de l'orthose et des feldspaths tricliniques. Si la potasse et l'alumine contenus dans ce mélange ont été exactement dosés, la tridymite et les feldspaths tricliniques ne tardent pas à disparaître, et leurs éléments concourent à l'accroissement des cristaux d'orthose. Après quinze à vingt jours de chauffe, ces cristaux restent seuls, et il est facile de les isoler, puisque le tungstate acide de potasse est soluble dans l'eau bouillante.

» Un silico-aluminate de potasse très-alcalin, contenant 1 équivalent d'alumine pour 6 équivalents de silice, mélangé à de l'acide tungstique, conduit au même résultat.

» Si à la potasse on substitue la soude, tout en opérant dans des conditions identiques, les cristaux sont de l'albite.

» Les caractères chimiques, cristallographiques et optiques des cristaux obtenus dans ces diverses opérations, ont été étudiés par M. Hautefeuille, d'une manière très-appropriée et de façon à ne laisser aucun doute sur l'identité des espèces obtenues avec celles de la nature que nous venons de nommer.

» D'abord l'analyse y a fait reconnaître que les quantités d'oxygène contenues dans l'alcali (soude de potasse), l'alumine et la silice, sont entre elles comme les nombres 1:3:12. Ce sont les rapports qui caractérisent les silicates les plus silicatés : orthose, microcline et albite. Comme dans ces espèces, les cristaux obtenus sont inattaquables par les acides. Leur densité, prise à 16 degrés C., est respectivement de 2,61 et 2,55, comme celle de l'albite et de l'orthose.

» Pour la substance qui a la composition de l'albite, les cristaux offrent les faces de prisme triclinique, habituels aux cristaux naturels, et le principal clivage est parallèle à la base; ces cristaux sont aussi tronqués

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 1301, et t. LXXXV, p. 952.

par la face g^1. Les incidences de ces différentes faces entre elles sont égales, à quelques minutes près, à celles de l'albite naturelle. Presque tous les cristaux sont maclés et, le plus souvent, le plan de macle est parallèle et l'axe de révolution normal à g^1 comme dans les cristaux du Dauphiné et du Tyrol.

» Dans la lumière polarisée parallèle les lames simples se conduisent comme des cristaux d'albite ordinaires.

» Les cristaux présentant la composition de l'orthose offrent des combinaisons de formes très-nettes qui varient un peu avec la température à laquelle s'est effectuée leur cristallisation.

» Les cristaux obtenus à la plus haute température à laquelle la préparation puisse réussir, un peu au-dessus de 1000 degrés, sont des prismes à quatre pans terminés par les faces p et a^1. Les cristaux préparés à une température moins haute, vers 900 degrés, sont généralement plus allongés dans le sens vertical. La face a^1, plus petite que la base p, porte des stries horizontales très-fines. Enfin les arêtes aiguës de la base sont modifiées par la forme $b^{\frac{1}{8}}$, dont les faces sont quelquefois très-développées et striées parallèlement à leur intersection avec la base.

» D'après leur examen optique, quelques-uns des cristaux obtenus présentent un groupement analogue à celui que M. Mallard a reconnu dans l'adulaire du Saint-Gothard [1].

» Le clivage parallèle à la base s'obtient très-facilement. Les angles mesurés entre les faces m, p et a^1 s'accordent tout à fait avec les incidences correspondantes de l'orthose naturel.

» Des lames minces de cette seconde substance soumises à la lumière polarisée parallèle se comportent aussi comme celles de l'orthose.

» On remarquera que l'orthose et l'albite s'obtiennent dans des conditions identiques : c'est donc bien la nature de l'alcali, potasse ou soude, qui seule détermine le pseudodimorphisme dans le groupe des silicates de cette formule.

» Il est à peine nécessaire de faire ressortir l'importance que présentent, pour les minéralogistes et pour les géologues, la synthèse, en cristaux très-nets, de deux espèces aussi importantes, dont l'une forme plus de la moitié des masses granitiques. Certainement personne ne peut supposer que les tungstates ont agi dans la formation du granite, comme nous venons de le

---

(1) *Annales des Mines*, 7e série, t. X, 1876.

voir; mais, sans nul doute, d'autres substances serviront aussi de minéralisateur.

» En montrant l'intérêt de ces résultats obtenus par la voie sèche, nous ne prétendons toutefois pas nier que la voie humide n'ait pu intervenir dans la formation de ces mêmes espèces : tel est notamment le cas pour l'albite en cristaux disséminés dans la dolomie du col du Bonhomme, de Modane, et d'autres parties des Alpes, de même que pour l'albite, également cristallisée, qui forme des veines dans les phyllades du Taunus, et pour bien d'autres gisements.

» D'ailleurs, des silicates anhydres, particulièrement le pyroxène diopside, ont été obtenus autrefois, par l'un de nous, dans l'eau surchauffée vers 400 degrés, c'est-à-dire dans des conditions qui rappellent celles où la nature paraît avoir très-fréquemment opéré, par exemple dans le métamorphisme des roches.

» Mais la diversité des procédés par lesquels on peut arriver à un même résultat n'empêche pas que la reproduction artificielle des minéraux ne soit une méthode destinée à éclairer puissamment l'histoire de nombreux phénomènes géologiques.

» Ce qui vient d'être dit suffit pour motiver parfaitement la proposition que votre Commission a l'honneur de vous présenter, d'encourager M. Hautefeuille à poursuivre ses recherches et de décider que le travail dont il vient d'être rendu compte soit inséré dans le *Recueil des Mémoires des savants étrangers.* »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *De la loi d'absorption des radiations à travers les corps, et de son emploi dans l'analyse spectrale quantitative* (1re Partie); par M. G. Govi.

« Quand on interpose un milieu absorbant sur le trajet de la lumière blanche qui passe par la fente d'un spectroscope, on voit ordinairement apparaître des bandes obscures en différents endroits du spectre, qui y diminuent l'éclat des couleurs, ou même les éteignent complétement. Il est assez rare que ces bandes n'empiètent pas sur un grand nombre de longueurs d'ondes contiguës, qu'elles obscurcissent en s'estompant des deux côtés d'une ligne d'absorption plus intense. Si l'on augmente l'épaisseur du milieu absorbant, on voit souvent paraître de nouvelles bandes ombrées entre les premières : mais ce qui ne manque jamais de se produire, c'est le

renforcement des premières bandes et leur dilatation progressive, de telle sorte que, pour une certaine épaisseur du milieu, tout le spectre se trouve envahi par l'ombre et tellement affaibli, qu'on peut le regarder comme tout à fait éteint.

» Cet élargissement progressif des bandes d'absorption rappelle singulièrement l'augmentation du nombre et les dilatations des raies lumineuses que plusieurs observateurs ont constatées dans les spectres des gaz incandescents, à mesure qu'on diminue leur raréfaction, et qu'on augmente leur température, de sorte que ces deux phénomènes pourraient bien se correspondre et être complémentaires l'un de l'autre pour un même corps.

» Toutes les radiations visibles et invisibles du spectre présentent d'ailleurs des phénomènes analogues, et si l'on ne parle ici que des radiations lumineuses, c'est uniquement parce que leur étude est beaucoup plus commode et plus employée que celle des radiations ultra-rouges ou ultra-violettes.

» Il est aisé de voir, d'après ce qui vient d'être dit, que le pouvoir absorbant d'un corps n'est pas suffisamment caractérisé par telle ou telle bande sombre apparaissant dans le spectre de la lumière blanche qui en a traversé une certaine épaisseur, et qu'il faut connaître pour le bien définir toutes les modifications qu'il peut déterminer dans le spectre, depuis les plus faibles et les plus limitées, jusqu'à celle qui produit l'extinction sensible de toute radiation. En d'autres termes, on ne connaît vraiment le pouvoir absorbant d'un corps que si l'on a déterminé ses coefficients d'absorption pour toutes les longueurs d'ondes qui peuvent être étudiées, depuis celles qui correspondent à la chaleur obscure jusqu'à celles qui se rencontrent à la limite des actions photogéniques.

» Voilà pourquoi sir J. Herschel et beaucoup d'autres après lui ont essayé de relever par points les courbes qui auraient dû exprimer les valeurs des coefficients d'absorption en fonction des longueurs d'ondes pour différents corps; mais la discontinuité des artifices employés et l'absence de toute mesure photométrique n'avaient permis d'obtenir jusqu'ici que des résultats fort incomplets.

» Il n'est cependant pas impossible de serrer de plus près la définition du pouvoir absorbant des corps, soit en faisant apparaître directement aux yeux les courbes même d'égale absorption chromatique dans tout leur développement, soit en mesurant l'intensité de la lumière tout le long du spectre pour en déduire ensuite les coefficients d'absorption correspondants.

» Pour observer directement les courbes spectrales d'égale absorption [1], il suffit de donner aux corps absorbants la forme d'un prisme (ou, pour parler plus exactement, d'un *coin*) plus ou moins aigu, qu'on applique par une de ses faces planes contre la fente d'un spectroscope. On met l'arête de ce prisme à l'un des bouts de la fente, parallèlement à sa largeur, et l'on se trouve avoir ainsi sur toute la longueur de l'ouverture un milieu absorbant dont l'épaisseur croît uniformément depuis zéro (à l'endroit de l'arête) jusqu'à un certain *maximum* qui dépend de l'angle du prisme et de la longueur de la fente.

» La déviation due à la forme prismatique du milieu doit être détruite en opposant au premier un second prisme de matière aussi peu absorbante que possible (sel gemme, spath fluor, quartz, verre, eau, alcool, etc.). L'angle de ce second prisme est facile à calculer par approximation, ce qui suffit dans la plupart des cas; mais on pourrait au besoin le rendre variable dans des limites assez étendues pour avoir toujours une compensation à peu près parfaite.

» Quand on a placé de la sorte un milieu absorbant d'épaisseur variable au devant de la fente d'un spectroscope qu'on éclaire par de la lumière parfaitement blanche (lumière des corps solides incandescents), le spectre n'apparaît plus, comme à l'ordinaire, uniformément lumineux dans toute sa hauteur, mais on y distingue des ombres plus ou moins ondulées ou dentelées qui représentent immédiatement à l'œil la loi suivant laquelle le coefficient d'absorption du milieu varie avec la longueur d'onde de la lumière incidente.

» On peut relever ces courbes en les dessinant à la chambre claire, en les fixant par la photographie, ou en les rapportant à deux axes rectangulaires à l'aide de deux micromètres lumineux vus par réflexion, l'un fixe parallèle à la longueur du spectre, l'autre mobile et normal au premier.

» Tous ces moyens de relèvement des courbes d'absorption chromatique supposent cependant qu'il est possible d'y reconnaître les points d'égale intensité, ce qui n'est guère facile; mais on peut toujours y avoir recours utilement pour se représenter la forme complète de la loi d'absorption, lorsqu'on a affaire à des substances assez absorbantes et qu'on ne tient pas à des mesures rigoureuses.

---

[1] *Metodo per determinare le curve spettrali d'assorbimento della luce nei varii mezzi*, di Gilberto Govi (*Notizia storica dei lavori, ecc., dell' Accademia di Torino negli anni* 1864 *e* 1865, adunanza dell' 8 maggio 1864).

» Si l'on partage la fente en deux parties dans le sens de sa longueur et si l'on emploie chacune de ces deux moitiés pour produire un spectre à courbes d'absorption chromatique, les deux spectres se trouvant juxtaposés dans le sens de leur longueur, rien ne sera plus facile que d'en comparer les courbes et d'en reconnaître l'égalité ou les différences. On pourrait même, par un artifice assez simple, faire glisser l'un sur l'autre deux spectres d'une même matière absorbante à deux degrés différents de concentration, y reconnaître les zones d'égale intensité et appliquer ainsi le spectroscope au dosage de cette matière.

» L'emploi de la lumière solaire permet de rapporter les courbes d'absorption aux raies de Fraunhofer, et par conséquent aux longueurs d'onde des divers points du spectre. Si l'on remplaçait les prismes par des réseaux, on aurait une représentation plus simple de la relation qui lie les coefficients d'absorption aux différentes longueurs d'ondulation.

» Cependant, quand on veut étudier, au point de vue de l'absorption chromatique, les substances douées d'un très-faible pouvoir absorbant, ou lorsqu'on désire exprimer avec plus d'exactitude la loi d'extinction pour toutes les radiations, il ne convient guère d'y employer le procédé qui vient d'être décrit.

» Il faut se servir dans ce cas de moyens photométriques et recourir à la loi d'absorption monochromatique admise par les physiciens, pour en interpréter les résultats. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Tracé pratique du cercle qu'il convient de substituer à une courbe donnée dans une étendue finie.* Mémoire de M. H. **Léauté**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Phillips, Rolland.)

« Il arrive souvent, dans la pratique, que l'on est conduit à remplacer un arc de courbe par un arc de cercle. Cette substitution se fait habituellement à vue ou d'une manière arbitraire, de sorte que l'on obtient rarement l'approximation que l'on pourrait avoir.

» Je me propose d'indiquer des règles simples pour la détermination graphique du cercle qui épouse le mieux une courbe donnée, dans un intervalle fini. Dans des Mémoires subséquents, j'appliquerai les résultats trouvés ici aux systèmes articulés, aux engrenages, etc.

» Je supposerai d'abord que la courbe donnée ne présente, dans l'intervalle considéré, ni sommet, ni point de rebroussement. Ces cas particuliers, fort importants par leurs applications, seront traités ensuite.

» 1° *Arc de courbe ne présentant ni sommet, ni rebroussement.* — Soient :

AB l'arc de courbe ;
Aa, Bb les normales aux extrémités ;
ab l'arc de développée correspondant à AB;
O le pied de la normale à AB, également inclinée sur Aa et Bb ;
a l'angle de cette normale avec les normales extrêmes ;
α l'angle d'une normale quelconque avec la normale en O.

» Si l'on suppose tracé le cercle cherché, la distance des deux courbes pourra être développée suivant les puissances entières de α ; or, au degré d'approximation que comporte pratiquement la question, cette distance est une fonction du troisième ordre de α, puisqu'un cercle peut toujours couper en trois points réels l'arc de courbe considéré; pour que cette fonction s'écarte le moins possible de zéro, quand α varie de $-a$ à $+a$, il faut, d'après un théorème de M. Tchebycheff, qu'elle ait pour expression (¹)

$$\frac{\left(\alpha+\sqrt{\alpha^2-a^2}\right)^3+\left(\alpha-\sqrt{\alpha^2-a^2}\right)}{2^3}=\alpha^3-\frac{3}{4}a^2\alpha.$$

» Cette quantité s'annulant pour α égal à zéro, le cercle cherché passe en O; la dérivée étant nulle pour α égal à $\pm\frac{a}{2}$, les deux normales communes aux deux courbes sont fournies par ces valeurs, et l'on obtient ainsi pour le tracé du cercle la règle suivante :

» *Prendre pour centre du cercle le point de rencontre des deux normales à la courbe qui font, avec les normales extrêmes, un angle égal au quart de l'angle total que celles-ci font entre elles, et faire passer le cercle par le pied de la normale dont la direction est bissectrice des directions des normales extrêmes*

» Il est clair que l'on peut, dans la pratique, prendre pour centre du cercle le point de rencontre des normales menées au quart de la longueur de l'arc et faire passer le cercle par le milieu de cet arc.

(¹) BERTRAND, *Calcul différentiel*, p. 519, § 490.

» On voit aisément que cette règle peut être remplacée par la suivante, plus facile à appliquer dans certains cas :

» *Le centre du cercle qui épouse le mieux un arc de courbe donné est sur la médiane du triangle curviligne formé par la développée et les normales extrêmes au quart de cette médiane compté à partir de la développée.*

» Si, au lieu du triangle curviligne dont il s'agit, on considérait le triangle rectiligne ayant mêmes sommets, le centre serait aux trois huitièmes de la médiane, comptés à partir du sommet.

» 2° *Arc de courbe ayant en son milieu un point de courbure maxima ou minima.* — On voit, comme précédemment, que la distance des deux courbes doit avoir pour expression

$$\alpha^4 - a^2\alpha^2 + \frac{a^4}{8},$$

quantité qui s'annule pour

$$\alpha = 0,38\,a \quad \text{et} \quad \alpha = 0,92\,a,$$

ce qui montre que le cercle doit passer sensiblement aux trois huitièmes de la portion d'arc comptée à partir du milieu jusqu'aux extrémités.

» On voit, de plus, que les points donnant les normales communes sont fournis par les valeurs

$$\alpha = 0 \quad \text{et} \quad \alpha = \pm \frac{a\sqrt{2}}{2}.$$

» Ces deux dernières valeurs de α étant très-voisines de $\pm \frac{7}{10}$, on en déduit cette règle pratique :

» *Prendre pour centre du cercle le point de rencontre de la normale au sommet avec la normale menée aux sept dixièmes de la moitié de l'arc comptés à partir du milieu, et faire passer le cercle aux trois huitièmes de cette moitié d'arc.*

» Cette règle peut être remplacée par la suivante, plus avantageuse dans certains cas :

» *Le centre du cercle cherché est au milieu de la diagonale du quadrilatère formé par les deux branches de la développée et les deux normales extrêmes.*

» Si, au lieu de ce quadrilatère curviligne, on prend le triangle ayant pour sommets les centres de courbure aux extrémités et au milieu de l'arc, le centre du cercle est au sixième de la médiane compté à partir du sommet, point de rebroussement de la développée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Pile dans laquelle l'électrode attaquée est du charbon.* Note de M. P. JABLOCHKOFF.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Le charbon brûlé dans les machines à vapeur produit un travail qui, transformé en électricité au moyen des machines magnéto-électriques, fournit cette électricité à bien meilleur compte que toutes les piles à action chimique existant jusqu'à présent. Cette considération m'a donné l'idée de produire l'électricité en attaquant directement le charbon. Mais le charbon, comme chacun sait, n'est attaqué par aucun liquide à la température ordinaire. J'ai donc dû construire une pile électrochimique à liquide chaud.

» Or les corps qui sont liquides à la température ordinaire devaient évidemment se vaporiser à la température nécessaire pour attaquer le charbon. Dès lors, il fallait prendre une substance qui ne devînt liquide qu'à une température déjà assez élevée et dont la vaporisation n'eût lieu qu'à une très-haute température.

» Dans ce but, j'ai fondu, soit le nitrate de potasse, soit le nitrate de soude, et dans ce liquide j'ai plongé comme électrode attaquable le charbon de coke ordinaire, et comme électrode inattaquable le platine ; mais l'expérience m'a démontré que cette électrode inattaquable peut être le fer, la fonte de fer ou tout autre métal qui, en présence du charbon, n'est pas attaqué par le liquide.

» En ajoutant différents sels métalliques, on peut faire varier la force électromotrice de la pile, la vitesse de combustion des charbons, et avec ces sels on reçoit le dépôt galvanoplastique de ces métaux sur l'électrode inattaquable.

» La force électromotrice de la pile varie entre 2 et 3 unités, suivant la nature des sels métalliques introduits dans le liquide ; cette force électromotrice est donc supérieure à celle des piles Bunsen et Grenet. La pile Bunsen donne, en effet, au maximum 1,8 unités, la pile Grenet 2 unités et dans les meilleures conditions 2,1 unités.

» Pour mettre la pile en fonction, de la manière la plus pratique, il n'est pas nécessaire de fondre le nitrate alcalin d'avance : il suffit d'allumer un morceau de coke et de le mettre en contact avec le nitrate en poudre. L'action chimique commence immédiatement, la température produite fait fondre le sel qui entoure le coke, et la pile entre en fonctionnement.

» Pendant ce fonctionnement, il se produit un grand dégagement

d'acide carbonique et d'autres gaz. J'ai imaginé une disposition permettant d'emmagasiner ce gaz, afin de le faire servir comme force motrice. La disposition pratique des éléments de la pile que nous venons de décrire est la suivante :

» Une marmite de fonte de fer, de forme cylindrique, sert à la fois de récipient et d'électrode inattaquable. Un panier de fil de fer, de forme concentrique, sert à tenir le coke et en même temps joue le rôle de réophore.

» A mesure que le charbon et le sel fondu s'usent, on peut ajouter ces deux substances à la main, ou alimenter automatiquement la pile pendant toute la durée du travail. Contrairement à ce qu'on pouvait penser, cette combustion n'est pas du tout rapide.

» Ainsi, par ce procédé, la combustion directe du charbon sert à donner le courant électrique, le dépôt des métaux et une force motrice. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide oxalique sur le silicate de soude, quartz hydraté.* Note de M. E. MONIER. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Fremy, H. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

« J'ai suivi, pour cette préparation, une méthode analogue à celle que j'ai présentée à l'Académie pour l'oxalate de chaux cristallisé [1]. Voici en quelques mots mon procédé :

» Dans un vase renfermant 500 centimètres cubes de silicate de soude à environ 32 degrés B., on verse lentement 1 litre d'une solution d'acide oxalique de faible densité (4 degrés B., ou 75 grammes de cet acide dans un litre d'eau distillée). Les deux liquides ne se mélangent pas ; il se forme immédiatement une couche siliceuse, très-résistante, qui sépare l'acide du silicate.

» Dès la première heure de l'expérience, on observe une multitude de petits cristaux d'oxalate de soude, de $\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre, formés à la partie supérieure de la couche siliceuse. Au bout de quarante-huit heures, ils atteignent 7 à 8 millimètres de diamètre, et sont arrivés à peu près à leur maximum de grosseur.

» Quant à la couche siliceuse, elle augmente en épaisseur, par couches parallèles, et devient assez résistante pour supporter, après une quinzaine de jours, un poids de 500 à 600 grammes sans se briser. Cette sorte de cloi-

(1) *Comptes rendus*, 10 décembre 1866.

son donne lieu à des phénomènes de dialyse, analogues à ceux qui ont été observés par M. T. Graham avec le papier parchemin. Au bout de deux mois, cette couche avait 7 à 8 millimètres d'épaisseur.

» En continuant l'expérience, mais ayant soin de remplacer, vers le troisième mois, le liquide supérieur par une liqueur renfermant seulement 30 grammes d'acide oxalique par litre, j'ai vu la cloison prendre une dureté de plus en plus grande (1).

» Le quartz ainsi obtenu a une dureté bien supérieure à celle du verre; chauffé au rouge, il décrépite comme le sel marin et se change en sable tres-blanc. Il se dissout dans une solution de potasse bouillante. Les lames transparentes qu'on trouve sur la croûte siliceuse deviennent en partie opaques à l'air sec et reprennent leur translucidité dans l'eau. Quant à la densité, je l'ai trouvée de 1,97. Sous la couche résistante adhère de la silice farineuse, en grande quantité; cette poudre, desséchée à l'air, devient assez dure pour polir le verre....

» J'étudie maintenant l'action de certains sels métalliques, tels que le sulfate de nickel, de cuivre, etc., sur le silicate de soude, en opérant toujours par la méthode des liquides de densités différentes et pouvant donner par leur réaction un précipité insoluble. »

M. **Hétet** adresse, en réponse à une Note récente de M. Allaire, quelques nouvelles remarques sur sa méthode de purification des eaux grasses des condenseurs à surfaces.

En analysant diverses huiles de graissage, M. Hétet a trouvé que la proportion d'acides dépasse rarement, en moyenne, 5 pour 100 : cette faible proportion d'acides gras préexistants ne lui paraît pas suffisante pour expliquer les énormes dépôts de savons de fer qui ont été observés dans les chaudières. Quant à l'action saponifiante que M. Allaire attribue à la chaux, M. Hétet la croit inadmissible, vu l'état de dilution extrême des solutions employées par lui; il fait remarquer, en outre, qu'une pareille réaction ne peut se produire, puisque la température ne dépasse guère 40 degrés. Enfin c'est au sortir du condenseur que l'eau grasse est neutralisée; l'eau de chaux n'y pénètre pas, et si l'on trouve des dépôts dans le condenseur, ils sont dus à une autre cause.

---

(1) On trouve aussi beaucoup de lamelles de quartz hydraté à la partie supérieure de la croûte; à sa partie inférieure, du côté du silicate de soude, il se produit des stalactites de silice farineuse.

M. Hétet insiste, en terminant, sur les résultats obtenus par son procédé : les chaudières sont préservées de toute attaque; les générateurs ne contiennent plus de graisse libre : on prépare, sans difficulté, de l'eau distillée dont les qualités, comme boisson, sont irréprochables.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. A. **Barthélemy** adresse les résultats de nouvelles expériences sur la respiration des plantes aquatiques submergées.

« *Conclusions.* — Il semble résulter de ces expériences que les plantes aquatiques, observées dans leur milieu naturel et à l'état normal, ne rejettent pas de gaz, même au soleil, pas plus que les animaux aquatiques, et que les dégagements que l'on a observés jusqu'ici sont provoqués par l'expérience et dus à l'atmosphère gazeuse intérieure.

» Pour nous, le *véritable acte respiratoire dans les plantes aquatiques* consiste dans l'absorption de l'air en dissolution dans l'eau, probablement par les racines, qui sont gorgées de gaz contenant de 30 à 36 pour 100 d'oxygène. Cet air remplit les cavités de la plante, de sorte que l'oxygène est absorbé par la plante ou diffusé dans le liquide extérieur, et la proportion d'azote est d'autant plus grande que la circulation de cet air a été moins active.

» Quant à la respiration chlorophyllienne ou cuticulaire, on ne peut la constater que par l'étude des échanges de substances gazeuses dissoutes, entre la surface verte et le liquide ambiant. C'est là une question difficile, qui m'occupe depuis longtemps et qui demande encore de nouvelles études. »

(Commissaires : MM. Chatin, Van Tieghem.)

M. G. **Perreaux** adresse une Note relative à un nouveau système de locomotion à vapeur.

(Commissaires : MM. Morin, Rolland.)

M T. **Jourdan** adresse la description d'une nouvelle pile électrique à un seul liquide.

Les électrodes sont, l'une en zinc, l'autre en plombagine; le liquide est une solution aqueuse du mélange désigné par les droguistes sous le nom de *sel de verre* ou *fiel de verre*. D'après l'auteur, cette pile aurait, à dimensions égales, une valeur supérieure à celle de la pile de Bunsen : la constance du courant serait surtout remarquable.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Diverses publications de la Société française d'Hygiène;

2° « L'Ornithologie d'Angola, par M. *Barbosa du Bocage* », adressée par le Comité central permanent de Géographie du Portugal ;

3° Un « Traité élémentaire de la pile électrique », par M. *Alfr. Niaudet* (présenté par M. Bertrand);

4° Un ouvrage de M. *Em. Mathieu*, intitulé : « Dynamique analytique » (présenté par M. Bertrand).

ASTRONOMIE. — *Occultations, prédiction graphique.* Note de M. **Baills**, présentée par M. Lœwy.

« Prenons comme origine des temps l'heure, temps moyen de Paris, H_0 de la conjonction vraie en ascension droite, et représentons-nous à cet instant la sphère concentrique à la Terre et passant par le centre de la Lune. Soit ε le point d'intersection de cette surface sphérique avec le rayon qui joint le centre de la Terre à l'étoile.

» Au moment de la conjonction vraie, les deux astres se trouvent sur un même cercle de déclinaison que l'on appelle *méridien universel*, lequel contient évidemment le point ε. Par ce point, menons deux plans rectangulaires, l'un tangent à la sphère, l'autre passant par le point de la Terre et perpendiculaire au méridien universel. Le premier sera le plan vertical de projection VV'; le deuxième le plan horizontal HH'. Leur intersection ou ligne de terre xy est évidemment perpendiculaire à la trace MM' du méridien universel sur le plan vertical. Cela posé, à l'heure H_0, un observateur placé au centre de la Terre verrait l'étoile au point ε, et le centre de la Lune en un certain point L de la droite MM', de telle sorte que Lε représente la différence des déclinaisons d'après l'échelle adoptée (un millimètre pour une minute). Décrivons de ce point comme centre, avec le demi-diamètre vrai de la Lune pour rayon, un petit cercle qui représentera le disque lunaire. Si, à cette même heure H_0, on regarde les astres, non plus du centre de la Terre, mais d'un point de sa surface, la Lune sera toujours vue au point L, puisqu'elle fait partie du plan VV'; mais, l'étoile étant située à l'infini, un observateur quelconque A la verra suivant une direction parallèle à la droite Oε, c'est-

à-dire au point où il se projette lui-même sur le plan vertical. Ce point sera déterminé par son abscisse et son ordonnée comptées de l'origine ε et obtenues de la manière suivante. Du point O, avec un rayon OD égal à la parallaxe horizontale de la Lune, décrivons une circonférence. Si l'on rabat le méridien universel autour de $O\varepsilon$ sur le plan horizontal, le pôle élevé viendra au point P, l'arc PD étant la distance-polaire de l'étoile. L'équateur sera devenu perpendiculaire au plan horizontal suivant la trace OE, l'arc ED étant égal à la déclinaison de l'étoile. Prenons EN égal à la latitude du lieu; la trace du parallèle sera NN'. Sur NN' comme diamètre, décrivons le parallèle rabattu. Pour porter le lieu A sur ce cercle, il faudrait connaître l'arc NA ou la différence des heures des deux points N, A. Le point N qui fait partie du méridien universel a pour heure sidérale l'ascension droite de l'étoile. D'autre part, on a

$$\text{H sid. du lieu} = (\text{H}_0)\ \text{sid.} + \text{t. s. m. m. de Paris} \pm \text{long.}$$

» L'arc NA ou l'angle horaire de l'étoile, qui est égal à

$$\text{H sid. du lieu} - Æ\star,$$

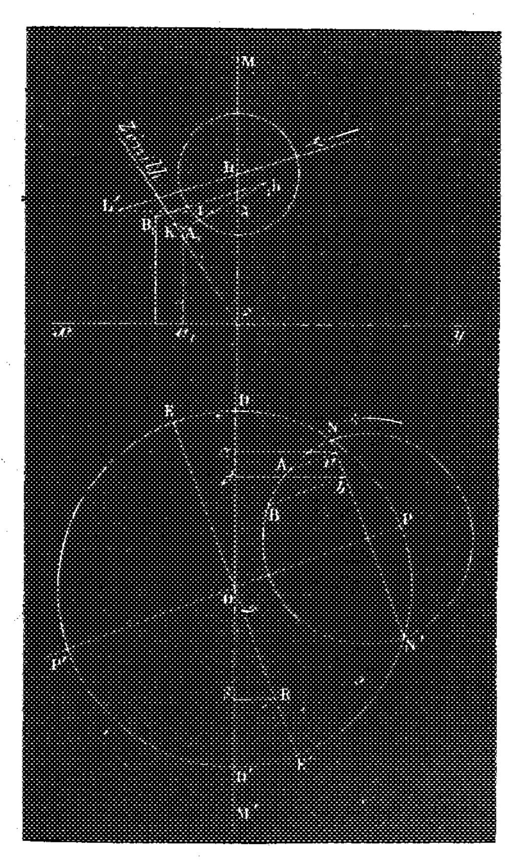
se trouve déterminé.

» Menons les perpendiculaires $\text{A}a$ sur NN' et $a\alpha$ sur OD. En relevant le parallèle NN' dans sa position réelle, ces deux perpendiculaires deviennent respectivement parallèles aux axes de coordonnées εx et εM; par suite, si l'on prend $\varepsilon a_1 = \text{A}a$ et $a_1\text{A}_1 = a\alpha$, le point A_1 sera la projection cherchée du point A sur le plan vertical.

» Si le lieu A est dans l'hémisphère Nord, le mouvement propre de la Lune aura lieu de droite à gauche; la situation de A_1 par rapport au disque lunaire indiquera donc si l'immersion a lieu avant ou après l'heure H_0. Prenons le deuxième cas : le point A_1 est à gauche du disque; l'occultation n'a pas encore eu lieu. Une heure après, le point A sera venu au point B, l'arc AB étant de 15 degrés. En opérant comme il a été dit, on obtiendra la projection B_1, nouvelle position apparente de l'étoile à l'instant $(\text{H}_0 + 1^\text{h})$; mais, pendant que l'étoile paraît se transporter de A_1 en B_1, la Lune, par son mouvement propre, s'est déplacée sur son orbite.

» Pour avoir sa nouvelle position, portons, à partir du point L sur MM', le mouvement horaire en déclinaison $\text{L}\delta$, au-dessus ou au-dessous, suivant que l'astre se rapproche ou s'éloigne du pôle élevé, et du point δ menons δL' parallèle à xy et égal au mouvement horaire en ascension droite, compté en vraie grandeur sur le parallèle de la Lune, c'est-à-dire multiplié par le *cosinus* de la déclinaison. La droite LL' représente, en vraie

grandeur et direction, le chemin parcouru par la Lune pendant l'heure qui suit le moment de la conjonction vraie. La réduction du mouvement en ascension droite se fait sur la figure en prenant $\delta L' = OS = OR \cos D$. La distance $L'B_1$ étant plus petite que le demi-diamètre lunaire, l'occultation a déjà eu lieu. Pour avoir sans autre tâtonnement l'instant précis du phénomène, laissons la Lune immobile en L et donnons à l'étoile B_1 un



mouvement $B_1 1^h$ égal et de sens contraire à celui de la Lune LL'. La droite $A_1 1^h$ sera le chemin relatif total de l'étoile par rapport à la Lune. Le point I où cette droite coupe le disque lunaire détermine l'instant de l'immersion; on a, en effet, en désignant par x le temps que l'étoile met à parcourir le chemin $A_1 I$,

$$x = 60 \text{ min.} \times \frac{A_1 I}{A_1 1^1} \quad \text{et} \quad \text{heure immersion} = H_0 + x.$$

Cette heure est comptée comme H_0 en temps moyen de Paris.

» L'émersion s'obtiendrait de la même manière en construisant la pro-

jection C_1 du point C situé à 15 degrés de B et en prenant $C_1 2^h = 2 \times LL'$. L'intersection de la droite $1^h 2^h$, avec le deuxième bord de la Lune, donnerait l'instant de l'émersion.

» Il est facile de déterminer, par rapport à l'horizon, la situation des points d'entrée et de sortie; en effet, si l'on mène IK parallèle à $B_1 1^h$, le point K, assimilé aux points A_1, B_1, doit être la projection de l'observateur au moment de l'immersion. D'autre part, ε étant la projection du centre de la Terre, il en résulte que εK est la projection de la ligne zénithale de l'observateur sur le plan vertical. En d'autres termes, cette droite, ou la parallèle qui lui serait menée par le centre de la Lune, coïncide avec la direction que marquerait sur la voûte céleste une alidade de relèvement pointée sur le centre de la Lune au moment de l'occultation.

» La même construction s'applique à la prédiction d'une éclipse de Soleil pour un lieu donné. Elle permet également, avec quelques modifications, de tracer par points la carte générale d'une éclipse de Soleil. »

M. Lœwy, en présentant à l'Académie la Note précédente de M. Baills, s'exprime comme il suit :

« M. Baills cherche à remplacer les méthodes analytiques actuelles, qui nécessitent des calculs très-longs, par un procédé graphique plus expéditif, problème qu'il a, en effet, résolu avec un succès complet.

» M. Baills prend pour origine du temps l'heure de la conjonction vraie en ascension droite et il considère la sphère concentrique à la Terre et passant par le centre de la Lune comme invariable pour toute la durée possible d'une occultation d'étoile. Il choisit pour le plan de projection sur lequel le dessin doit être fait le plan tangent à cette sphère, mais perpendiculaire au rayon qui joint le centre de la Terre à l'étoile occultée.

» Par un procédé très-ingénieux, M. Baills montre comment l'observateur peut à l'avance représenter sur ce plan la position relative des deux astres, telle qu'elle paraît à un point quelconque de la surface terrestre. En répétant deux fois cette opération pour l'heure de la conjonction vraie et pour l'heure qui suit ou qui précède l'occultation, on détermine sur la carte une ligne qui figure en grandeur et en direction le chemin parcouru par la Lune par rapport à l'étoile. L'aspect de l'épure fait alors immédiatement reconnaître le lieu où le disque lunaire rencontre l'étoile, et, par suite, une simple interpolation donne les instants cherchés de l'immersion et de l'émersion.

» Cette construction graphique peut être exécutée très-rapidement, et elle offre l'exactitude nécessaire en pareil cas ; elle peut servir également à la prédiction des éclipses solaires. La méthode imaginée par M. Baills est donc d'une réelle importance scientifique et elle est destinée à rendre surtout de sérieux services aux personnes qui n'ont pas suffisamment l'habitude des calculs compliqués. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches et de la rotation de la planète Mars, pendant l'opposition de 1877, faites à l'Observatoire de Rio-de-Janeiro.* Mémoire de M. **Luiz Cruls**, présenté par M. Fizeau. (Extrait.)

« Les observations ont été faites avec la lunette de l'équatorial, de $0^{m},25$ d'ouverture (9 pouces); le grossissement le plus généralement employé a été celui de 240, l'état de l'atmosphère ne permettant que rarement des grossissements plus forts. Exceptionnellement, dans la nuit du 13 octobre, on a pu aller jusqu'à celui de 340 et de 580, mais seulement dans le voisinage du zénith.

» Une suite de vingt-cinq dessins représentent les aspects de la planète Mars et les taches de sa surface du 16 août au 28 septembre. Durant toute la période des observations, le pôle austral de la planète s'est constamment montré d'un blanc éblouissant. Cette tache polaire a visiblement diminué d'étendue, comme en effet cela devait avoir lieu, puisqu'en ce moment ce pôle était échauffé par le Soleil, et que tout fait supposer que sa teinte blanche est due à un amas analogue aux glaces et aux neiges des pôles terrestres. La diminution a été telle que, le 13 octobre, la tache blanche n'était plus en contact avec le bord de la planète et se montrait isolée et plus réduite.

» Il convient de remarquer les conditions favorables dans lesquelles se trouve l'Observatoire de Rio pour les observations des planètes. En effet, la latitude étant peu élevée ($22° 54'$), la distance zénithale méridienne de la planète Mars a toujours été moindre que 12 degrés.

» Ce qui frappe dans les observations de Mars faites par différents observateurs et à diverses époques, c'est la similitude d'aspects que présentent les taches principales, sinon dans les détails qui offrent des variations intéressantes, du moins dans l'ensemble de leur configuration. C'est ce qui résulte de la comparaison des nouveaux dessins avec ceux de Terby, de Secchi, de Flammarion, etc.

» La détermination de la durée de la rotation diurne a été obtenue par

les observations combinées des 16 et 24 août, 3 et 27 septembre et 3 octobre. La même tache a été observée les 24 août, 3 septembre et 3 octobre. Une autre l'a été le 16 août et le 27 septembre. On a, par des mesures micrométriques, déterminé, lorsqu'il y avait lieu, la distance qui séparait la tache du diamètre polaire de la planète, de façon à ramener les heures à ce qu'elles devaient être lorsque la tache occupait ce diamètre.

» Ainsi, le 3 septembre, la tache avait dépassé le diamètre de $3'',7$; l'observation s'étant faite à 3 heures du matin, il en résulte que la tache, en tenant compte des effets perspectifs, occupait ce diamètre vers 1^h30^m du matin. Nous disons *vers*, parce qu'il est difficile de déterminer cet instant avec précision, à cause de l'incertitude provenant de la grandeur de la tache, ainsi que de son défaut de netteté; c'est d'ailleurs pour cette raison surtout que les résultats seront d'autant plus rigoureux que l'intervalle d'une observation à la suivante sera plus grand.

» Le 16 août et le 27 septembre, on a observé la ligne qui limite au nord la tache centrale, en choisissant celui des points où cette ligne offre sa plus grande convexité, et qui le 16 août occupe le diamètre polaire; le 27 septembre, ce point n'avait pas encore atteint ce diamètre à l'heure de l'observation et en était écarté de $4'',5$; il devait donc y arriver vers 10^h20^m, c'est-à-dire deux heures plus tard.

» Ces divers éléments nous fournissent une première approximation des trois valeurs:

OBSERVATIONS DU 16 AOUT ET DU 27 SEPTEMBRE.

Intervalle entre les deux observations........................ 42 jours

Heure d'observation le 16 août ..... 9^h

Heure (réduite) le 27 septembre..... 10^h20^m

$1^h20^m + 24^h = 25^h20^m$

Rotation diurne conclue........................ $24^h36^m19^s$

OBSERVATIONS DU 24 AOUT ET DU 3 SEPTEMBRE.

Intervalle entre les deux observations........................ 9 jours

Heure d'observation le 24 août..... 8^h soir

Heure (réduite) le 3 septembre..... 1^h30^m matin

5^h30^m

Rotation diurne........................ $24^h36^m40^s$

OBSERVATIONS DU 24 AOUT ET DU 3 OCTOBRE.

Intervalle entre les deux observations............................ 40 jours

Heure d'observation le 24 août...... 8^h soir
Heure (réduite) le 3 octobre........ $8^h 30^m$ matin

$0^h 30^m + 24^h = 24^h 30^m$

Rotation diurne................................ ..... $24^h 36^m 45^s$

» Ces valeurs, toutefois, doivent recevoir une correction provenant des mouvements de translation de la Terre et de Mars; ce déplacement relatif, en effet, est cause que la ligne menée de la Terre à la planète rencontre celle-ci en un point différent de celui où elle la rencontrait dans une observation antérieure; on trouve, en effectuant les calculs, que les trois corrections à appliquer aux durées de rotation trouvées précédemment sont additives et égales à $1^m 3^s$, $1^m 17^s$ et 58^s. En assignant pour *poids*, à chacune des durées obtenues après correction, le nombre de jours écoulés entre les observations, nous obtiendrons pour moyenne des trois valeurs $24^h 37^m 34^s$, durée de la rotation diurne de Mars.

» W. Herschel avait trouvé $24^h 39^m 21^s$. Beer et Mädler, de leur côté, ont trouvé pour moyenne $24^h 37^m 22^s$, valeur qui se rapproche davantage de la nôtre.

» Nous nous proposons d'ailleurs de continuer, lors de l'apparition prochaine, la série actuelle de ces observations, ce qui nous permettra d'obtenir une valeur d'une exactitude beaucoup plus grande. »

ANALYSE ET GÉODÉSIE. — *Sur un problème fondamental de Géodésie. Application d'une méthode générale de transformation des intégrales dépendant de racines carrées* (suite). Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Yvon Villarceau.

« L'objet de cette Note est de compléter la solution du problème mentionné dans une précédente Communication, et aussi de revenir sur la transformation appliquée, à l'endroit cité, aux intégrales elliptiques. Je montrerai, sur deux exemples, qu'elle n'est pas spéciale à ce cas.

» En prenant pour origine le point le plus au nord de la ligne géodésique, la longitude d'un point quelconque de la ligne géodésique est, d'après Legendre (*Fonctions elliptiques*, t. I, p. 361), avec les notations

adoptées,

$$L = \frac{k}{e \sin\gamma \cos\gamma} \int_0^\varphi \frac{d\varphi}{(1 + \tang^2\gamma \sin^2\varphi)\sqrt{1 - k^2 \sin^2\varphi}} - ke \cot\gamma \int_0^\varphi \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2\varphi}},$$

l'arc entier est la somme ou la différence de deux expressions de cette forme.

» Remplaçant le radical par sa valeur approchée

$$\frac{1}{\Delta} = \frac{1 - \frac{1}{4}\alpha^2}{\sqrt{1 - \frac{1}{4}\alpha^2}} \frac{1}{1 + \frac{1}{4}\alpha^2 + \alpha \cos 2\varphi} = \frac{1}{(1 + \frac{1}{2}\alpha)^2 - 2\alpha \sin^2\varphi},$$

observant, de plus, que le produit de deux quantités de la forme $\frac{m}{1 + n \sin^2\varphi}$ peut être remplacé par une fonction linéaire de ces quantités, la différence de longitude cherchée sera la somme ou la différence de deux expressions de la forme

$$A \operatorname{arc\,tang}\left(\frac{\tang\varphi}{\cos\gamma}\right) - B \operatorname{arc\,tang}\left(\frac{1 - \frac{1}{2}\alpha}{1 + \frac{1}{2}\alpha} \tang\varphi\right),$$

où φ doit être remplacé successivement par φ_1, φ_2, et A, B sont des coefficients ayant les deux formes $1 + \alpha P$, αQ, et dépendant seulement des dimensions de la Terre et de la constante γ.

» Il est clair que, dans le fond, les formules précédentes doivent rentrer dans celles de la théorie des fonctions elliptiques. En effet, si l'on consulte les *Astronomische Nachrichten*, n°s 2119, 2120 (Dr Winterberg, *Sur les lignes géodésiques*), on remarquera de suite la connexion des deux systèmes de formules.

» J'ajoute que l'article cité contient l'historique du problème.

» Ce n'est pas ici le lieu de présenter un type détaillé du calcul et de faire une comparaison de méthodes ; d'autant plus que l'application du problème traité à la détermination de la figure de la Terre paraît demander plusieurs éclaircissements.

» Legendre, dans son troisième Supplément aux *Fonctions elliptiques*, s'est proposé de calculer, entre certaines limites, les deux intégrales

$$\int \frac{dx}{\sqrt{1 - x^6}}, \quad \int \frac{dx}{\sqrt{1 + x^6}},$$

» Considérons généralement une intégrale de la forme

$$\int \frac{G\,dx}{\sqrt{X}},$$

X étant un polynôme entier qui ne devient pas nul entre les limites de l'intégration, et G une fonction rationnelle quelconque.

» Si α désigne un nombre inférieur à l'unité, le polynôme X peut toujours, entre les limites considérées, être remplacé par l'expression

$$1 + \alpha^2 - 2\alpha Y,$$

Y étant aussi un polynôme entier, dont la valeur numérique est inférieure à l'unité.

» L'application de la formule

$$\frac{1}{\sqrt{1 + \alpha^2 - 2\alpha Y}} = \frac{1}{n}\sum \frac{1 - p^2\alpha^2}{\sqrt{1 - p\alpha^2}} \frac{1}{1 + p^2\alpha^2 - 2p\alpha Y}$$

réduit donc, avec un certain degré d'approximation dont on peut d'ailleurs *répondre, l'opération transcendante d'intégration*, à l'intégration d'une somme de fonctions rationnelles, c'est-à-dire à une suite d'opérations transcendantes plus simples, à savoir *la recherche des racines des dénominateurs des fractions rationnelles*. Cette recherche sera facile pour les deux intégrales de Legendre.

» Je prendrai le dernier exemple dans la théorie des perturbations.

» On sait que, dans la première approximation, les variations des éléments de l'orbite de la planète troublée dépendent d'intégrales de la forme

$$\int \frac{P}{\Delta^3} dt;$$

Δ est la distance, au temps t, de la planète troublée et de la planète troublante. Cette distance est celle qui a lieu dans l'hypothèse du mouvement purement elliptique, et l'on trouve que Δ^2 est fonction entière de sinus et cosinus, dont les arguments sont les anomalies excentriques des deux planètes; P est une fonction de forme analogue.

» Pour prendre le cas le plus simple, considérons les deux orbites comme circulaires, et supposons les plans confondus. Laplace, dans la *Mécanique céleste,* développe le radical Δ qui est alors de la forme

$$\sqrt{a^2 + a'^2 - 2aa' \cos(l - l')},$$

suivant les cosinus des multiples de $l - l'$. Or ce développement, qui converge bien, si a, a' sont très-différents, converge très-lentement dans le cas contraire (SCHLOEMILCH, *Fonctions elliptiques,* traduites par Graindorge, p. 34, 35 et 46). On se trouve donc dans cette alternative, d'employer le développement de Laplace, qui rend l'intégration immédiate, mais donne

prise à la critique, à cause de son usage forcé, ou de s'en tenir aux réductions que permet la nature du problème.

» Dans cet ordre d'idées, le problème serait ramené au calcul d'intégrales des deux formes

$$\int \frac{\cos nt\,dt}{1+\alpha^2-2\alpha\cos\lambda t}, \quad \int \frac{\sin nt\,dt}{1+\alpha^2-2\alpha\cos\lambda t},$$

n pouvant être incommensurable avec λ. La théorie de ces intégrales ne paraît pas avoir été jusqu'ici l'objet d'une étude spéciale. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les intégrales rationnelles du problème des lignes géodésiques;* par M. **Maurice Levy**.

« Jusqu'ici on n'a guère étudié, dans le problème des lignes géodésiques considéré comme problème de Mécanique, que les intégrales algébriques et entières par rapport aux composantes de la vitesse du mobile. Toutefois, M. Bonnet, il y a quelques années, dans ses leçons de la Sorbonne, a traité le cas d'une intégrale fractionnaire dont le numérateur et le dénominateur seraient linéaires par rapport à ces composantes.

» Ce cas, quoique très-particulier, a pris, entre les mains de M. Bonnet, un véritable intérêt par le fini qu'il a su lui donner en trouvant la valeur la plus générale du λ pour laquelle une telle intégrale existe, et même certaines surfaces correspondantes.

M. Bonnet s'est occupé encore d'un autre cas d'intégrale fractionnaire: celui où l'un des termes de la fraction est linéaire et l'autre le carré d'une quantité linéaire.

» Nous allons voir que le premier de ces deux cas, et plus généralement tous ceux où les deux termes d'une intégrale supposée fractionnaire sont de même degré, forment une classe en quelque sorte à part dans l'ensemble des intégrales rationnelles.

» Le carré de l'élément linéaire d'une surface étant supposé mis sous la forme $ds^2 = 4\lambda\,dx\,dy$, le problème de la recherche des lignes géodésiques dépend de la découverte d'une intégrale de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre $\frac{pq}{2\lambda} = \mathrm{H}$.

» Si C est une telle intégrale, on doit avoir identiquement $(\mathrm{H}, \mathrm{C}) = 0$.

» Supposons qu'il existe une intégrale de la forme

$$(1) \qquad \mathrm{C} = \mu \prod_{i=1}^{i=n} (\mathrm{A}_i p + q)^{\alpha_i},$$

Π désignant un produit de n facteurs de la forme $(A_i p + q)^{\alpha_i}$, les A_i étant, ainsi que le coefficient μ, des fonctions indéterminées des deux variables x et y et les exposants α_i étant des nombres arbitrairement donnés. Si ces nombres sont entiers et positifs, C sera une intégrale algébrique et entière; s'ils sont entiers et de signes quelconques, C représentera toutes les intégrales rationnelles par rapport aux composantes de la vitesse du mobile et homogènes par rapport à ces composantes. Or ces intégrales homogènes sont les seules qu'il y ait intérêt à chercher. On peut démontrer, en effet, que, s'il existe une intégrale fraction rationnelle, la fraction formée par l'ensemble des termes de degré le plus élevé dans le numérateur et dans le dénominateur est elle-même une intégrale. Rien d'ailleurs, dans ce qui suit, n'empêche de supposer les α_i fractionnaires ou incommensurables.

» Si l'on porte l'expression de C dans l'équation $(H, C) = 0$, il vient, après quelques réductions,

$$q\frac{d\log\mu}{dx} + p\frac{d\left(\log\mu + \sum_{i=1}^{i=n}\alpha_i\frac{d\log A_i}{dy}\right)}{dy} + pq\sum_{i=1}^{i=n}\frac{\alpha_i\left(\frac{dA_i}{dx} - \frac{d\log A_i}{dy} - \frac{d\log\lambda}{dx}A_i - \frac{d\log\lambda}{dy}\right)}{A_i p + q} = 0.$$

» Pour que cette équation soit identiquement satisfaite, il faut que chacun des deux premiers termes soit nul, ainsi que chacun des termes sous le signe Σ; de là

$$(2)\qquad \frac{d\mu}{dx} = 0, \quad \frac{d\,\mu\prod_{i=1}^{i=n}A_i^{\alpha_i}}{dy} = 0,$$

$$(3)\qquad \frac{dA_i}{dy} - A_i\left(\frac{dA_i}{dx} + A_i\frac{d\log\lambda}{dx} + \frac{d\log\lambda}{dy}\right) = 0 \quad (i = 1, 2, 3 \ldots n).$$

» Les deux premières donnent

$$(4)\qquad \mu = -Y, \quad \prod_{i=1}^{i=n}A_i^{\alpha_i} = \frac{-X}{Y},$$

X et Y étant deux fonctions arbitraires, l'une de la seule variable x, l'autre de celle y.

» Si, au lieu des paramètres x et y, on prend deux nouveaux paramètres x_1 et y_1, respectivement fonctions des deux premiers, ce qui ne change pas la forme du ds^2, il est aisé de voir que les fonctions X et Y deviendront

respectivement

$$X_1 = X\left(\frac{dx_1}{dx}\right)^{\Sigma\alpha_i} \quad y_1 = y\left(\frac{dy_1}{dy}\right)^{\Sigma\alpha_i}.$$

» On pourra donc toujours disposer des paramètres x_1 et y_1 de façon que les deux fonctions X et Y deviennent l'une et l'autre égales à l'unité, *excepté lorsque* $\Sigma\alpha_i = 0$; dans ce cas le changement des paramètres n'influe pas sur ces deux fonctions qui doivent demeurer arbitraires.

» Les cas où $\Sigma\alpha_i = 0$ est précisément celui où les deux termes de la fraction rationnelle qui forme l'intégrale sont de même degré. A ce point de vue, il constitue donc, comme nous l'annoncions plus haut, une classe à part dans l'ensemble des intégrales rationnelles. Pour comprendre tous les cas, nous laisserons donc les deux fonctions X et Y arbitraires.

» Ajoutons les n équations (3) multipliées respectivement par $\alpha_i A_i^{k-1}$, k étant un nombre entier positif ou négatif autre que -1; il viendra en posant

$$(5) \qquad \Sigma\alpha_i A_i = kU_k,$$

$$(6) \qquad \frac{d\lambda^{k+1}U_{k+1}}{dx} = \lambda^{2k+1}\frac{dU_k\lambda^{-k}}{dy} \quad (k = 1, 2, 3 \ldots n),$$

qui fournit U_{k+1} quand on connaît U_k, de sorte que, si l'on connaissait U_1, en faisant, dans cette équation, successivement $k = 1, 2, 3, \ldots, n-1$, on aurait tous les U_k. Or, en ajoutant les équations (3), multipliées respectivement par $\frac{\alpha_i}{A_i}$, on aura, en vertu de la seconde (4),

$$\frac{dU_1}{dx} + \frac{d\log\lambda}{dx}U_1 + \frac{d\log\lambda}{dy}\Sigma\alpha_i + \frac{Y'}{Y} = 0,$$

équation linéaire en U_1 d'où l'on tire, en posant pour plus de commodité, comme l'a fait Bour, $\lambda = \frac{d^2L}{dx\,dy}$,

$$(7) \qquad U_1 = \frac{-\frac{Y'}{Y}\frac{dL}{dy} - \frac{d^2L}{dy^2}\Sigma\alpha_i}{\frac{d^2L}{dx\,dy}}.$$

» Cette formule se simplifie toujours; car, si $\Sigma\alpha_i = 0$, le dernier terme disparaît; dans le cas contraire, on peut faire $Y = 1$ et c'est le premier terme qui disparaît. Les équations (6) donnent alors successivement tous les U_k. Par suite, si entre les n équations (5) et la seconde (4) on élimine les n indéterminées A_i, on aura l'équation à laquelle doit satisfaire λ ou L,

pour que le problème des lignes géodésiques admette une intégrale rationnelle par rapport aux composantes de la vitesse du mobile.

» *Remarque.* — On peut aussi, si on le juge commode, introduire des U_k à indices négatifs. Les équations (3), multipliées par $\frac{\alpha_i}{A_i^2}$ et ajoutées, donnent facilement, à cause de (4), l'équation suivante analogue à (7):

$$U_{-1} = \frac{-\frac{X'}{X}\frac{dL}{dx} - \frac{d^2L}{dx^2}\Sigma\alpha_i}{\frac{d^2L}{dx\,dy}}, \tag{7 bis}$$

et les équations (6) fournissent alors tous les U_k à indices négatifs qu'on voudra utiliser. »

PHYSIQUE. — *Sur les tensions superficielles des solutions aqueuses d'alcools et d'acides gras.* Mémoire de M. **Duclaux**. (Extrait par l'auteur.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Mémoire sur les constantes capillaires des solutions aqueuses d'alcools et d'acides gras. J'évalue ces constantes en comptant le nombre de gouttes que fournit le liquide étudié, lorsqu'il s'écoule, sous un volume donné, d'un comptegouttes muni d'un orifice de section déterminée. Ce nombre de gouttes, très-variable avec la composition du mélange, surtout lorsqu'on opère avec des alcools ou acides à équivalent élevé, peut servir de moyen de dosage très-précis. Les Tables que renferme mon Mémoire seront peut-être utiles à ce point de vue.

» Du nombre de gouttes on déduit, d'autre part, par un calcul très-simple, la tension superficielle des liquides étudiés. En comparant alors ces tensions, on arrive à la loi suivante :

» *Si, avec les divers alcools ou les divers acides gras, on compose des solutions à des titres variés, et si l'on compare entre elles celles de ces solutions qui ont même tension superficielle, les proportions centésimales, en volumes, d'alcool ou d'acide qu'elles renferment sont entre elles dans un rapport constant, indépendant de la valeur de la tension.*

» *En d'autres termes, si nous appelons x la proportion centésimale d'un alcool ou d'un acide entrant dans un liquide de tension superficielle y, et si nous représentons par $x = f(y)$ l'équation de la courbe des tensions pour une substance donnée, $x = kf(y)$ sera l'équation de la même courbe pour une autre substance. En d'autres termes encore, la fonction inconnue de y, qui entre dans*

l'expression ci-dessus. est la même pour tous les corps d'une même série organique et ne se modifie de l'un à l'autre que par l'introduction d'un coefficient constant k, caractéristique de chaque corps.

» Cette loi est établie sur une base très-large, les trois facteurs dont dépend son énoncé ayant changé dans une large proportion. Les densités et les tensions superficielles des liquides étudiés parcourent, en effet, presque complétement l'échelle normale de variation de ces constantes physiques, et les compositions des liquides de même tension sont aussi très-différentes. Pour en donner une idée, je dirai qu'avec l'alcool méthylique et l'alcool caprylique, pour avoir des liqueurs ayant pour tension commune 0,65, il faut faire des mélanges renfermant, par litre, 210 centimètres cubes du premier, et seulement $0^{cc},3$ du second. Or ces nombres sont entre eux comme 1 et 700. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés de l'acide borique.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Lorsqu'on mélange avec de l'acide borique fondu et pulvérisé une petite quantité d'eau, le double de son poids par exemple, on voit presque immédiatement l'acide augmenter de volume en s'hydratant et la température de la masse s'élever à 100 degrés, si bien que l'eau en excès se dégage brusquement sous forme de vapeurs [1].

» Voici les résultats de quelques mesures relatives à ce phénomène et à quelques autres propriétés de l'acide borique.

» L'acide cristallisé, réduit en poudre, se dissout très-rapidement dans l'eau, avec abaissement de température; un équivalent d'acide (62 grammes), à 15 degrés, absorbe 3187 calories pour donner une dissolution à peu près saturée. Quand on ajoute à la dissolution saturée la moitié de la quantité d'eau qu'elle renferme déjà, l'abaissement de température à la dilution de la liqueur est très-faible et correspond à — 241 calories par équivalent d'acide dissous.

---

[1] M. de Luynes avait déjà constaté que l'acide borique fondu foisonne considérablement au contact d'une très-petite quantité d'eau, en même temps que la température s'élève jusqu'à 98 degrés. Le même effet a lieu en versant de l'eau sur l'acide fondu pulvérisé. Ebelmen avait déjà signalé ce dégagement de chaleur (*Bulletin de la Société philomathique*, t. VIII, p. 91).

» Pour déterminer la chaleur d'hydratation de l'acide anhydre, on peut dissoudre simplement dans l'eau une quantité d'acide fondu et pulvérisé. La variation de température que l'on observe est la différence entre l'élévation qui serait due à l'hydratation de l'acide anhydre et l'abaissement provenant de la dissolution de l'acide hydraté. Il faut donc, pour avoir la chaleur d'hydratation, ajouter 3187 calories au résultat directement fourni. On trouve ainsi que la combinaison de 1 équivalent d'acide borique anhydre avec 3 d'eau dégage + 6300 calories à 14 degrés.

» On peut ainsi introduire de l'acide borique anhydre et en poudre dans une dissolution saturée d'acide borique ; il s'hydrate presque instantanément, et l'élévation de température est due uniquement à l'hydratation ; toutefois, comme la température de l'eau s'élève pendant la réaction, un peu d'acide hydraté se dissout grâce à ce faible échauffement de la liqueur, mais il est facile d'en tenir compte : cette méthode donne, pour la chaleur dégagée par l'hydratation d'un équivalent d'acide à 15 degrés, + 6208 calories.

» La dissolution de l'acide absorbe donc environ la moitié de la chaleur que l'hydratation dégage, ce qui rend assez faible l'élévation de température due à la dissolution d'une certaine quantité d'acide anhydre dans l'eau.

» La chaleur spécifique de l'acide hydraté, calculée à l'aide de la formule de Person et de la chaleur spécifique de l'acide anhydre (0,23743 d'après M. Regnault), est 0,353516. Ce nombre permet de calculer la température que prendrait l'acide hydraté si, ajoutant à l'acide anhydre juste la quantité d'eau nécessaire à l'hydrater, toute la chaleur dégagée était employée à chauffer l'hydrate formé : on trouve 283 degrés; or une partie de cette chaleur sert à échauffer le vase dans lequel la réaction s'effectue, mais il en reste encore assez pour volatiliser brusquement l'eau ajoutée en excès, si la quantité en est faible, tout en élevant la température de la masse à 100 degrés.

» Les Traités de Chimie, d'après Dumas et Le Royer, indiquent pour densités de l'acide anhydre 1,83, de l'acide hydraté 1,48, sans indication de température; quelques déterminations effectuées dans l'essence de térébenthine m'ont donné :

	Acide anhydre.
Densité à 0°............	1,8766
» à 12°............	1,8476
» à 80°............	1,6988

d'où, pour le coefficient de dilatation entre ces limites 0,0013086 :

	Acide hydraté.
Densité à 0°	1,5463
» à 12°	1,5172
» à 60°	1,4165
» à 80°	1,3828

On en conclut pour le coefficient de dilatation :

Entre 12 et 80 degrés	0,0014785
Entre 12 et 60 degrés	0,0015429

» En regardant l'acide hydraté comme formé d'acide anhydre et d'eau solide, sa densité moyenne calculée à l'aide de la formule connue est 1,3003; elle est plus faible que la densité réelle, ce qui indique, lors de la combinaison, une diminution de volume : cela correspond bien à un dégagement de chaleur; la valeur de la contraction est 0,15912. La chaleur de contraction, évaluée à l'aide des données qui précèdent, est, par équivalent, égale à + 2983 calories. La contraction ne peut donc qu'en partie rendre compte de la chaleur que l'hydratation dégage. Quant à la température à laquelle il suffirait de chauffer l'acide hydraté, pour le ramener au volume qu'il posséderait sans contraction, c'est-à-dire à la densité 1,3003, elle est de 136 degrés. Mais on ne peut vérifier le fait à l'aide d'une mesure de la densité à cette température, l'acide hydraté perdant avant de l'atteindre une partie de son eau.

» Il était nécessaire, pour les corrections dont j'ai parlé plus haut, de connaître exactement la loi de solubilité de l'acide borique quand la température varie; or les ouvrages de Chimie ne donnent que quelques nombres, encore ceux relatifs à 100 degrés sont-ils contradictoires. Les nombres qui suivent indiquent la quantité d'acide dissoute dans un litre d'eau :

	Acide hydraté.	Acide anhydre.
0°	19,47	11,00
12	29,20	16,50
20	39,92	22,49
40	69,91	39,50
62	114,16	64,50
80	168,15	95,00
102	291,16	164,50

» Ces nombres sont représentés par une courbe très-régulière dont la

convexité regarde l'axe des températures, et qui a pour équation empirique

$$y = 19,4 + 0,63636t + 0,016608t^2 - 0,000016604t^3.$$

» L'acide borique se dissout dans l'acide chlorhydrique étendu plus facilement que dans l'eau pure; il ne paraît cependant pas y avoir de combinaison entre les deux acides anhydres : l'acide borique fondu et en poudre n'absorbe d'acide chlorhydrique sec à aucune température comprise entre — 6° et son point de ramollissement.

» L'hydratation de l'acide borique me paraît fournir le sujet d'une expérience propre à montrer dans un cours, d'une manière très-simple et frappante, le dégagement de chaleur dû aux actions chimiques. En opérant sur 100 grammes d'acide pulvérisé par exemple et 125 grammes d'eau, on peut fondre en quelques instants un lingot d'alliage de Darcet placé au milieu du mélange, en même temps qu'il se dégage une grande quantité de vapeur. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur la formation des outremers et leur coloration;* par M. E. GUIMET (Extrait).

« Lorsque l'on suit les phases de la cuisson de l'outremer, tel que l'a préparé M. J.-B. Guimet et tel qu'on le prépare généralement de nos jours, on observe diverses colorations qui se succèdent l'une à l'autre dans l'ordre suivant :

Brun.	Violet.
Vert.	Rouge.
Bleu.	Blanc.

» Ces couleurs sont le résultat de l'oxydation successive du mélange primitif de kaolin, de soufre et de carbonate et sulfate de soude, destiné à préparer l'outremer.

» En effet, lorsque le four qui contient les creusets renfermant le mélange commence à rougir, le soufre fond et produit immédiatement avec la soude des polysulfures.

» Les corps qui se forment alors présentent des colorations diverses, mais sont tellement instables en présence de l'air et de l'eau qu'on ne peut les définir. Ils paraissent, du reste, ne devoir leur coloration qu'aux sulfures qui imprègnent la masse.

» Le premier produit stable est le brun; il apparaît au moment où,

le four s'échauffant davantage, on voit sortir des creusets des flammes bleues, indices de la combustion du soufre se transformant en acide sulfureux.

» Lorsque, les flammes ayant cessé d'apparaître, cette transformation est achevée, si l'on retire un creuset du four, il est rempli d'une matière verte.

» La température étant arrivée à 700 degrés, le bleu commence à se former.

» Si, à ce moment, on continue le chauffage, en laissant comme précédemment entrer de l'air en excès, la matière prend une nuance violette, puis rouge ou plutôt rose, et enfin l'outremer devient blanc.

» Cet outremer blanc, mélangé avec un peu de charbon et chauffé au rouge, reproduit, selon la quantité de charbon ajoutée, du rouge, du violet, du bleu, du vert ou du brun.

» On peut de nouveau, en prolongeant ce chauffage et par conséquent l'oxydation, faire redescendre à l'un de ces produits dérivés du blanc tous les termes de la série et transformer, par exemple, le brun en vert, bleu, rose et blanc.

» En remplaçant le charbon par l'hydrogène, le sel ammoniac ou tout autre corps réducteur, on obtient les mêmes résultats.

» Ces faits semblent bien indiquer que la marche de la coloration suit celle de l'oxydation. On en trouve la preuve par l'examen des produits obtenus dans les différentes périodes du chauffage.....

» Le soufre produit la coloration, puisque, lorsqu'il est remplacé par les corps de sa famille, l'outremer change de couleur.

» La soude, si elle ne *produit pas directement* la coloration, est pourtant nécessaire, puisque les autres corps qu'on lui substitue dans l'outremer empêchent la coloration de se produire.

» Enfin l'outremer n'est pas un corps unique : il existe toute une série d'outremers, les uns colorés (outremers au soufre, au sélénium et au tellure); les autres incolores (outremers à la potasse, à la chaux, à la lithine, etc.), et l'étude de ces corps pourra peut-être jeter un jour nouveau sur la composition chimique de l'outremer.

» Nous avons cru devoir publier dès à présent ces résultats, déduits de l'examen impartial des nombreuses expériences exécutées à l'usine de Fleurieu et des analyses fournies par les savants français et étrangers qui se sont occupés de l'outremer.

» On voit que le champ des explorations théoriques est encore assez

vaste, et il eût peut-être mieux valu attendre de pouvoir offrir des formules positives.

» Mais, comme l'attention du monde savant est depuis quelque temps attirée sur ces questions, il importait de revendiquer pour J.-B. Guimet l'honneur de la découverte de la série des outremers au soufre, qu'il avait préparés et étudiés longtemps avant que personne fût même parvenu à produire industriellement l'outremer bleu.

» Nous tenions aussi à signaler les importants travaux des chimistes qui nous secondent dans nos recherches.

» Je citerai particulièrement le directeur de l'usine de Fleurieu, M. Th. Morel, qui a trouvé les outremers au sélénium et au tellure, et M. J.-F. Plicque, qui a entrepris la synthèse de l'outremer au moyen du silico-aluminate de soude.

» Les expériences se poursuivent avec activité, et l'on peut dès à présent entrevoir que la composition exacte de l'outremer, sa formule chimique, s'il en a une, seront bientôt révélées. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les altérations des œufs, à l'occasion d'une Note de MM.* A. Béchamp *et* G. Eustache. Note de M. U. Gayon, présentée par M. Pasteur.

« Dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* de l'Académie (séance du 5 novembre 1877), MM. A. Béchamp et G. Eustache citent quelques observations faites par eux sur l'altération des œufs de poule par les moisissures. Voici leurs premières conclusions :

« 1° Des œufs de poule peuvent séjourner pendant longtemps dans un milieu rempli d'infusoires, sans que ces êtres traversent la coquille et pénètrent dans l'intérieur.

» 2° La coquille se laisse pourtant traverser par les mucédinées microscopiques, qui de l'extérieur cheminent à l'intérieur, et peuvent pénétrer à travers la membrane qui tapisse la coquille et se développe très-abondamment sur sa face interne. »

» Je demande à l'Académie la permission de rappeler qu'en 1875, dans ma thèse pour le doctorat ([1]), j'ai étudié longuement l'altération des œufs par les moisissures et la pénétrabilité de la coquille pour les êtres microscopiques.

» Ainsi, après avoir démontré que les bactéries et les vibrions peuvent

---

([1]) *Annales de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. IV, p. 205.

traverser les coquilles des œufs, lorsqu'il existe une différence de pression de l'extérieur à l'intérieur, j'examine le cas des œufs simplement plongés dans un liquide à bactéries, et je dis :

« Malgré leur mobilité propre, et malgré le mouvement endosmotique qui a fait pénétrer du liquide extérieur, ces bactéries n'ont pu traverser la coquille à la pression ordinaire. »

» Puis j'ajoute :

« Souvent le blanc des œufs gâtés suintait par tous les pores de la coquille et se répandait sur les œufs voisins et sur le fond des vases. Les œufs qui reposaient sur ce liquide putride et rempli d'organismes ne s'altéraient point, même après plusieurs semaines. » (P. 90.)

Quant aux moisissures, je dis :

« En plaçant des œufs de poule dans une atmosphère humide à 25 degrés, j'ai vu la coque se recouvrir rapidement de moisissures très-variées; quelques jours après, l'intérieur était envahi, et, lorsque j'attendais assez longtemps, je retrouvais souvent les moisissures internes putréfiées, indiquant ainsi, par tous leurs caractères, leur identité avec celles de la surface. Dans ce cas, il y avait eu pénétration évidente à travers les pores de la coquille. » (P. 72).

» Les faits observés par MM. Béchamp et Eustache confirment donc ce que j'avais établi en 1875.

» On trouve encore dans leur Note :

« La membrane du jaune offre une barrière jusqu'ici trouvée infranchissable à la pénétration de ces mucédinées ou de toute autre production microzoaire ou microphyte. »

» Cette proposition est beaucoup trop générale, car dans les œufs moisis on voit souvent le jaune adhérent à la coque, ainsi que M. Panceri l'a observé : je l'ai moi-même constaté; or l'adhérence est due à un feutrage épais de tubes mycéliens qui envoient des prolongements jusque dans la masse du vitellus. D'autre part, quand un œuf s'altère, la membrane vitelline perd de sa résistance et devient aisément pénétrable aux êtres organisés.

« Les œufs nos 4 et 5, disent enfin MM. Béchamp et Eustache, contiennent des bactéries, sans qu'il y ait véritable putréfaction et malgré l'état intact de la membrane. »

» Les œufs dont il s'agit avaient une forte odeur de moisi, et ne noircissaient pas le papier de plomb; le jaune renfermait *quelques très-rares bactéries*, mais le blanc ne paraît pas avoir été examiné au microscope. Or on trouve souvent des œufs moisis dans lesquels des bactéries sont mêlées à des moi-

sissures, sans que la putréfaction soit assez avancée pour noircir l'acétate de plomb; et, dans ce cas, il existe des organismes dans le blanc et même dans le jaune: ainsi s'explique l'observation précédente. On ne peut donc pas en conclure que la production de bactéries dans le jaune *résulte de l'évolution des microzymas normaux du jaune, qui se transforment d'abord en microzymas accouplés et articulés, puis en bactéries, et évoluent en dehors de tout élément figuré extérieur, et par la seule influence du changement de milieu.* »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Du mécanisme de la mort consécutive à l'inoculation du charbon au lapin.* Note de M. H. TOUSSAINT, présentée par M. Bouley.

« Les expériences entreprises dans ces derniers temps ont démontré que la bactéridie est la cause du charbon. « La bactéridie provoque l'asphyxie » en enlevant aux globules l'oxygène nécessaire à l'hématose » : telle est la conclusion des expériences de MM. Pasteur et Joubert. Telle était aussi l'explication que j'avais cru devoir déduire des faits contenus dans la Note que M. Bouley avait bien voulu présenter en mon nom à l'Académie le 14 août dernier.

» J'ai eu, dans ces dernières semaines, l'occasion d'étudier de nouveau le charbon, et j'ai porté plus spécialement mon attention sur le mécanisme de la mort, ou sur le mode d'action des bactéridies introduites dans le système circulatoire. Ce sont les résultats de ces expériences, faites sur le lapin, que je vais résumer dans cette Note.

» Le sang qui a servi à ma première expérience avait été pris sur un mouton mort avec tous les caractères du *sang de rate*, à la suite d'une inoculation qui lui avait été faite avec du sang charbonneux provenant d'un cheval. Le cheval avait succombé à Narbonne, en même temps que douze de ses compagnons d'écurie, trois mules et un certain nombre de moutons.

» Le sang du mouton, examiné sept à huit heures après la mort, renfermait un grand nombre de bactéridies de dimensions très-variables. La plupart étaient déjà divisées dans leur longueur; elles avaient une tendance à se réduire en corpuscules germes. Ce sang fut inoculé à un lapin, qui mourut quarante heures après l'inoculation. Dans les expériences suivantes, j'employai, pour inoculer mes animaux, le sang d'animaux d'expérience, morts récemment. En général, les lapins succombaient de la vingt et unième à la vingt-quatrième heure. La connaissance du moment presque exact de la mort m'a été d'un grand secours dans mes observations, car elle m'a

permis, après quelques essais, de faire mourir mes sujets pendant le jour et de rendre ainsi leur examen plus facile.

» Je voulus d'abord vérifier l'hypothèse de la mort par asphyxie des globules. Je plaçai donc un lapin, arrivé à la période des symptômes graves, sous une cloche dont l'air était suffisamment chargé d'oxygène pour ranimer une alumette éteinte; de nouvelles quantités d'oxygène étaient constamment amenées sous la cloche; un aspirateur établissait un courant.

» L'animal placé dans ces conditions mourut au bout d'une demi-heure, sans que son état eût été modifié par le mélange gazeux. Un deuxième lapin, moins malade, mourut au bout de trois quarts d'heure. Je remarquai seulement un ralentissement des mouvements respiratoires, qui de 90 tombèrent à 50. En somme, la respiration d'un air fortement chargé d'oxygène ne m'a semblé ni retarder ni accélérer la mort. La respiration artificielle, pratiquée sur deux autres lapins, n'a produit aucun résultat.

» Il me semblait difficile, après ces expériences, d'accorder à l'asphyxie par défaut d'oxygène une part aussi grande que celle qui lui a été faite récemment; néanmoins les symptômes observés sur les lapins charbonneux sont bien ceux de l'asphyxie lente : les animaux s'éteignent dans le coma, sans présenter de convulsions.

» J'examinai alors le système capillaire, et je choisis à cet effet une membrane mince, transparente, l'épiploon ou le mésentère, que je portai sous le microscope immédiatement après la mort. Je constatai des lésions extrêmement importantes. Un grand nombre de capillaires sont remplis par des bactéridies; dans beaucoup d'entre eux, l'obstruction est assez complète pour qu'on n'y constate pas de globules sanguins. Souvent même ils échapperaient à l'observation, sans la présence des bactéridies qui en indiquent le trajet, comme le ferait une injection. Les artérioles elles-mêmes sont obstruées par des paquets de bactéridies, derrière lesquels sont accumulés les globules sanguins.

» L'examen d'autres parties du corps fait constater des lésions de même nature : les villosités intestinales sont injectées, à leur sommet, d'un mélange de sang et de bactéridies. Dans les capillaires de la base, il en est un grand nombre entièrement remplis par les bactéridies. Les vaisseaux du cerveau sont presque exsangues. Les capillaires extrêmement fins renferment peu de bactéridies; mais celles-ci se trouvent en grand nombre dans les vaisseaux plus volumineux.

» Mais les lésions les plus complètes et les plus importantes se trouvent dans le poumon. A l'ouverture de la cavité thoracique, cet organe s'affaisse

incomplétement; un grand nombre de points sont emphysémateux; sa couleur est grisâtre; les vésicules et les bronches sont remplies de spumosités. Un petit fragment de ce poumon, porté sous le microscope et dissocié, ne laisse constater tout d'abord qu'un feutrage de bactéridies. En examinant plus attentivement quelques alvéoles non effacées (celles qui renferment encore de l'air ne sont pas les moins instructives), on parvient à isoler un plan de vaisseaux dont les limites sont indiquées par les bactéridies qui les remplissent. Il y a une véritable injection de ces bâtonnets, qui affectent toutes les directions et donnent au réseau capillaire un aspect particulier, que je ne puis mieux comparer qu'à un dessin de hachures faites avec la pointe d'un crayon taillé finement. Les globules sanguins sont rares au milieu des bactéridies : celles-ci remplissent complétement les vaisseaux.

» Une préparation de poumon sain, examiné comparativement, rend ces désordres très-frappants.

» Ces lésions sont suffisantes pour expliquer la mort; il y a chez le lapin oblitération à peu près complète des vaisseaux du poumon, et, par conséquent, une grande difficulté pour le sang à passer du cœur droit dans le gauche; aussi remarque-t-on, lorsqu'on ouvre la poitrine d'un animal sur lequel on pratique la respiration artificielle, que le cœur droit et les gros vaisseaux veineux sont extrêmement distendus; le cœur gauche bat, au contraire, presque à vide. Les artères sont déprimées, et la section d'une artère volumineuse, comme la radiale, ne donne qu'une hémorrhagie en nappe insignifiante. Les artères intercostales n'en donnent souvent pas, les opérations se font à sec (le sang artériel est rutilant). En revanche, le cœur droit ne se vide pas, il éprouve une difficulté de plus en plus grande à se contracter; il cesse de battre bien avant le cœur gauche. Les embolies vasculaires sont donc la cause immédiate de la mort.

» On peut assister à la formation de ces embolies sur le lapin vivant. Après l'avoir fixé, on attire son épiploon au dehors, et l'on examine la circulation au microscope. La transparence de cette membrane permet d'employer tel objectif que l'on veut, et en fait bien certainement l'organe le plus propre à l'étude de la circulation capillaire. On peut ainsi assister, pendant une heure et plus, à un splendide spectacle qui emprunte ici un intérêt tout spécial à la présence des bactéridies et aux lésions que l'observateur voit se former sous ses yeux. Les bactéridies s'arrêtent dans les anses les plus excentriques, sont enlevées, s'accumulent de nouveau, finissent enfin par s'établir à demeure dans les vaisseaux, où l'on peut même constater leur élongation sur place : alors l'obstruction est défini-

tive, la circulation se ralentit, devient bientôt impossible. Quelque temps avant la mort, elle est presque nulle dans les gros vaisseaux du mésentère. La viscosité des globules sanguins, qui se constate très-facilement, même dans les vaisseaux, doit contribuer aussi à augmenter la difficulté de la circulation.

» En résumé, l'observation démontre que, chez le lapin, la mort, dans le cas de charbon, est le résultat de l'obstruction, par les bactéridies, des vaisseaux capillaires, notamment de ceux du poumon : *l'asphyxie a donc une cause mécanique*. Il y a en même temps perte partielle ou totale des propriétés des tissus, notamment des fonctions du système nerveux. »

ZOOLOGIE. — *Note sur quelques Mammifères nouveaux provenant de la Nouvelle-Guinée ;* par M. **Alph. Milne-Edwards**. (Extrait.)

« Plus on étudie la faune de la Nouvelle-Guinée, plus on lui trouve de ressemblance avec celle de l'Australie, et les indications fournies par la répartition des espèces animales permet d'affirmer qu'autrefois ces terres ne formaient qu'un seul grand continent. Déjà les résultats des voyages de circumnavigation entrepris dans la première moitié de ce siècle, ceux de Péron et Lesueur, ceux de Lesson et Garnot, ceux de Quoy et Gaimard, avaient permis de soupçonner cette conformité d'origine ; mais elle a été principalement mise en lumière à la suite des explorations de M. Wallace, de M. Beccari et de M. d'Albertis. Enfin les collections que M. Laglaize a formées dans ces régions, ainsi que celles qui lui ont été remises par M. Bruijn et qui viennent d'arriver en France, fournissent des faits nouveaux qui accentuent encore les ressemblances entrevues. M. P. Gervais a donné, dans une précédente séance, les caractères de ce monotrème de la Nouvelle-Guinée, dont on ne connaissait encore que le crâne ; il a montré à la fois les analogies de cet animal avec l'Échidné de la Nouvelle-Hollande et les caractères différentiels qui nécessitent l'établissement d'un genre spécial auquel il a donné le nom d'*Acanthoglossus*. Indépendamment de cette espèce si remarquable, la collection de M. Laglaize renfermait encore quelques autres Mammifères nouveaux pour la science, dont il me paraît utile de donner une courte description.

» L'un d'eux appartient au groupe des Phalangers et au petit genre *Dromicia ;* mais il se distingue de toutes les espèces connues par ses formes grêles et le développement de sa queue. Je l'ai désigné sous le nom de *Dromicia caudata*. La tête est parcourue par deux bandes noires qui,

partant du museau, s'étendent au-dessus des yeux qu'ils entourent; l'espace qu'elles laissent entre elles sur la ligne médiane est d'un brun jaunâtre. Les joues sont d'un jaune beaucoup plus gris, ainsi que la gorge et le devant des épaules. Les parties supérieures sont d'un brun un peu ardoisé, comme certains *Antechinus,* chaque poil étant gris à sa base et brun à son extrémité. La queue est garnie de poils tellement courts et fins, qu'ils ne cachent pas les écailles épidermiques. Dans la région anale les poils sont beaucoup plus fournis, mais ils ne s'étendent pas à plus de 1 centimètre sur la base de la queue. Les oreilles sont grandes, membraneuses et nues. Les parties inférieures sont d'un jaune grisâtre; les pattes sont courtes, le pouce de celles de devant est bien détaché des autres doigts et pourvu d'un ongle, celui des pattes postérieures, beaucoup plus volumineux, en est dépourvu. Tous les doigts sont terminés par des pelotes analogues à celles qui existent chez les Lémuriens. Ce petit Phalanger vient des monts Arfak; l'unique exemplaire que nous possédions est une femelle adulte, mesurant 27 centimètres du museau à l'extrémité de la queue; celle-ci, à partir de l'anus, mesure 15 centimètres dont plus de 13 sont glabres. Les oreilles ont sur leur face externe 16 millimètres.

» Les *Dromicia* n'étaient jusqu'à présent connus qu'en Australie; mais plusieurs représentants de la famille des Phalangers ont déjà été signalés à la Nouvelle-Guinée : tels sont le *Phalangista* (*pseudochirus*) *Albertisii,* décrit par M. Peters, le *Pseudochirus Bernsteini* de M. Schlegel et le *Distichurus pennata* de M. Peters; toutes les autres espèces appartiennent au continent australien.

» Les *Cuscus* étaient autrefois placés dans le genre Phalanger; mais tous les zoologistes sont aujourd'hui d'accord pour les en séparer; une espèce habite le nord de l'Australie, les autres proviennent des Moluques, des Célèbres et de la Nouvelle-Guinée. M. Laglaize en a rapporté une espèce trouvée sur les monts Karons où ont été pris les Échidnés : je lui ai donné le nom de *Cuscus vestitus.*

» Ce *Cuscus* a le pelage beaucoup plus long et plus soyeux que tous les autres représentants du genre; sous ce rapport, il ressemble à certains Phalangers et principalement au *Phalangista viverrina.* La tête est noire en dessus et sur les côtés. Cette teinte devient beaucoup plus brillante sur le cou et au devant des épaules; elle se continue sur la ligne médiane du dos, mais devient de moins en moins distincte a mesure qu'elle se rapproche des parties postérieures. Les côtés du corps et des membres sont d'un gris brillant et tiqueté de noir. Les oreilles sont petites, poilues en dessus et nues en dessous, la queue est garnie à sa base de poils longs, épais et

d'un gris noirâtre; elle est nue et très-grêle dans plus de la moitié de sa longueur. Les parties inférieures sont d'un blanc pur. L'individu unique que possède le Muséum est jeune, car sa molaire de remplacement est encore à l'état de germe. Il mesure 52 centimètres du museau à l'extrémité de la queue, celle-ci ayant 24 centimètres dont 12 entièrement dénudés.

Le troisième Mammifère nouveau rapporté par M. Laglaize appartient à l'ordre des Rongeurs; il s'éloigne des *Hapalotis* d'Australie par ses pattes postérieures plus courtes, par ses oreilles moins développées et par sa queue glabre. La longueur de cet appendice le distingue des représentants du genre *Mus*, avec lesquels il présente beaucoup de ressemblance; aussi ai-je cru ne devoir l'en distinguer que comme sous-genre, sous le nom de *Pogonomys macrourus*. Le pelage est d'un gris fauve en dessus, blanchâtre en dessous. Les oreilles sont étroites et peu élevées. Les vibrisses sont d'un brun foncé et très-longues. Les joues sont blanches. La queue, velue dans sa portion anale, devient ensuite absolument glabre; elle est revêtue de très-petites écailles et mesure plus de 14 centimètres à partir de l'anus, tandis que la longueur du corps et de la tête n'est que de 12 centimètres. Il est à noter que l'anus est placé très en arrière des cuisses. Les dents ressemblent à celles des Rats.

» L'ordre des Rongeurs est représenté maintenant, à la Nouvelle-Guinée et dans les îles voisines, par sept espèces, dont une appartient à un genre australien; c'est l'*Hydromys Beccarii* (Peters); quatre constituent le genre *Uromys;* une autre fait partie du genre *Mus* proprement dit, c'est le *Mus Brownii* (Alston) de l'île du duc d'York, et enfin la dernière forme le genre *Pogonomys* ».

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude sur les machines Compound, leur rendement économique et les conditions génerales de leur fonctionnement.* Mémoire de M. DE FRÉMINVILLE, présenté par M. Tresca. (Extrait.)

« L'auteur s'est proposé dans cette étude de rechercher, pour les divers types du système des machines à vapeur, désignées maintenant sous le nom de *machines Compound*, les conditions les plus favorables de l'emploi de la vapeur, dans deux ou plusieurs cylindres successifs, soit par une compression convenablement limitée, de manière à éviter, autant que possible, l'influence des espaces nuisibles, dans le cas de deux pistons agissant sur un même organe, soit par une répartition convenable des admissions dans les machines à réservoir intermédiaire.

» Il a examiné successivement, à ces différents points de vue, les anciennes machines de Woolf, sans réservoir intermédiaire, et celles, beaucoup plus nouvelles, dans lesquelles la vapeur se rend dans une capacité distincte avant de pénétrer dans le cylindre suivant, où sa détente se continue ou s'achève.

» Cette étude théorique, fondée sur des formules suffisamment approchées, a permis de déterminer, à l'usage des ingénieurs, des règles précises qui ont été déjà mises à profit dans la construction de plusieurs grandes machines marines, et elles se trouvent dès à présent justifiées par les observations faites dans les derniers essais de réception officiels. Les diagrammes, que l'on s'était proposé d'obtenir en marche courante, se sont trouvés en accord aussi complet qu'on puisse l'espérer avec ceux fournis par l'indicateur de Watt sur les cylindres mêmes, et cette conformité démontre absolument que les règles posées seraient utilement appliquées à toutes les autres dispositions des machines à plusieurs cylindres, dont l'emploi tend à se généraliser, en même temps que celui de la machine Corliss, dans les moteurs de nos manufactures. »

M. Ch. Cros demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 30 avril 1877 et portant pour titre : « Procédé d'enregistrement et de reproduction des phénomènes perçus par l'ouïe ».

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« En général, mon procédé consiste à obtenir le tracé du va-et-vient d'une membrane vibrante et à se servir de ce tracé pour reproduire le même va-et-vient, avec ses relations intrinsèques de durées et d'intensités, sur la même membrane ou sur une autre, appropriée à rendre les sons et bruits qui résultent de cette série de mouvements.

» Il s'agit donc de transformer un tracé extrêmement délicat, tel que celui qu'on obtient avec des index légers frôlant des surfaces noircies à la flamme, de transformer, dis-je, ces tracés en reliefs ou creux résistants, capables de conduire un mobile qui transmettra ses mouvements à la membrane sonore.

» Un index léger est solidaire du centre de figure d'une membrane vibrante; il se termine par une pointe (fil métallique, barbe de plume, etc.) qui repose sur une surface noircie à la flamme. Cette surface fait corps avec un disque animé d'un double mouvement de rotation et de progression rectiligne. Si la membrane est en repos, la pointe tracera une spirale simple; si la membrane vibre, la spirale tracée sera ondulée, et ses ondula-

tions représenteront exactement tous les va-et-vient de la membrane, en leurs temps et en leurs intensités.

» On traduit, au moyen de procédés photographiques actuellement bien connus, cette spirale ondulée et tracée en transparence, par une ligne de semblable dimension, tracée en creux ou en relief dans une matière résistante (acier trempé, par exemple).

» Cela fait, on met cette surface résistante dans un appareil moteur qui la fait tourner et progresser d'une vitesse et d'un mouvement pareils à ceux dont avait été animée la surface d'enregistrement. Une pointe métallique, si le tracé est en creux (ou un doigt à encoche, s'il est en relief), est tenue par un ressort sur ce tracé, et, d'autre part, l'index qui supporte cette pointe est solidaire du centre de figure de la membrane propre à produire des sons. Dans ces conditions, cette membrane sera animée, non plus par l'air vibrant, mais par le tracé commandant l'index à pointe, d'impulsions exactement pareilles, en durées et en intensités, à celles que la membrane d'enregistrement avait subies.

» Le tracé spiral représente des temps successifs égaux, par des longueurs croissantes ou décroissantes. Cela n'a pas d'inconvénients si l'on n'utilise que la portion périphérique du cercle tournant, les tours de spire étant très-rapprochés; mais alors on perd la surface centrale.

» Dans tous les cas, le tracé en hélice sur un cylindre est très-préférable, et je m'occupe actuellement d'en trouver la réalisation pratique. »

M. A. Piccini adresse une Note concernant son « Aréopycnomètre à échelle arbitraire ».

M. A. Bouvet adresse la suite de ses études sur la dissociation de l'eau en vase clos. Cette nouvelle Note contient un tableau indiquant les diverses constantes propres à déterminer, sous diverses pressions, la force explosive du mélange détonant d'hydrogène et d'oxygène.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 novembre 1877.

Théorie mécanique de la houle cylindrique simple et permanente; par E. Guyon. Paris, Berger-Levrault, 1877; br. in-8°. (Présenté par M. Mouchez.)

De l'influence de l'attitude des membres sur leurs articulations au point de vue physiologique, clinique et thérapeutique; par M. le Dr E. Masse. Montpellier, Coulet; Paris, A. Delahaye, 1878; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Physiologie expérimentale, 1878.)

Du langage au point de vue de la transmission et de la transformation du mouvement; par M. J. Rambosson. Paris, Al. Picard, 1877; br. in-8°.

De l'emploi de l'éther sulfurique et du chloroforme à la clinique chirurgicale de Nancy; par E. Simonin; t. II, 2e partie, 4e livraison. Paris, J.-B. Baillière, 1877; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Annales du sauvetage maritime; 12e année, t. XII, 2e fascicule, avril, mai, juin. Paris, A. Bertrand, 1877; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Recherches sur la transmission du son dans l'oreille humaine; par J.-L. Rouis. Paris, Gauthier-Villars, in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey pour le Concours Montyon, Physiologie expérimentale, 1878.)

Un livre très-utile. Lectures, récitations dictées, etc.; par M. V. Chatel. Caen, E. Valin; Paris, P. Arnoul, 1877; in-8°.

Étude relative à l'influence de l'encéphale sur les muscles de la vie organique et spécialement sur les organes cardio-vasculaires; par M. le Dr L. Couty. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait des *Archives de Physiologie.*)

ERRATA.

(Séance du 26 novembre 1877.)

Page 991, dernière ligne, *au lieu de* Nouvelle-Zélande, *lisez* Nouvelle-Guinée.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 DÉCEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. **Hermite**.

« XV. Deux voies s'ouvrent maintenant pour parvenir aux expressions de A, B, C; voici d'abord la plus élémentaire. Revenant aux formules

$$B = \frac{a''b'' - ic''}{a''^2 - 1} A, \quad C = \frac{a''c'' + ib''}{a''^2 - 1} A,$$

je remplace a'', b'', c'' par les valeurs obtenues au § XIII, page 987 :

$$a'' = -\frac{\operatorname{cn} u}{\operatorname{cn} \omega}, \quad b'' = \frac{\operatorname{dn} \omega \operatorname{sn} u}{\operatorname{cn} \omega}, \quad c'' = \frac{\operatorname{sn} \omega \operatorname{dn} u}{i \operatorname{cn} \omega},$$

et, au moyen des relations relatives à l'addition des arguments, j'obtiens ces résultats :

$$\frac{a''b'' - ic''}{a''^2 - 1} = \frac{\operatorname{sn} u \operatorname{cn} u \operatorname{dn} \omega + \operatorname{sn} \omega \operatorname{cn} \omega \operatorname{dn} u}{\operatorname{sn}^2 u - \operatorname{sn}^2 \omega} = \frac{\operatorname{cn}(u - \omega)}{\operatorname{sn}(u - \omega)},$$

$$\frac{a''c'' + ib''}{a''^2 - 1} = \frac{\operatorname{sn} u \operatorname{cn} \omega \operatorname{dn} \omega + \operatorname{sn} \omega \operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{i(\operatorname{sn}^2 u - \operatorname{sn}^2 \omega)} = \frac{1}{i \operatorname{sn}(u - \omega)},$$

de sorte que nous pouvons écrire

$$\mathrm{B} = \frac{\operatorname{cn}(u-\omega)}{\operatorname{sn}(u-\omega)}\mathrm{A}, \quad \mathrm{C} = \frac{\mathrm{A}}{i\operatorname{sn}(u-\omega)}$$

Cela posé, j'envisage l'expression

$$\frac{\mathrm{D}_t\mathrm{a}}{\mathrm{a}} = \frac{a''\mathrm{D}_t a'' + i(\alpha-\delta)}{a''^2-1} = \frac{(\gamma-\beta)a''b''c'' + i(\alpha-\delta)}{a''^2-1}$$

et je fais le même calcul, après avoir remplacé $\gamma - \beta$ et $\alpha - \delta$ par les valeurs suivantes :

$$\gamma - \beta = in\frac{\operatorname{cn}\omega}{\operatorname{sn}\omega\operatorname{dn}\omega}, \quad \alpha - \delta = in\frac{\operatorname{sn}\omega\operatorname{dn}\omega}{\operatorname{cn}\omega},$$

qu'on tire facilement des équations posées page 987 :

$$\operatorname{cn}\omega = \sqrt{\frac{\gamma-\alpha}{\gamma-\delta}}, \quad \operatorname{dn}\omega = \sqrt{\frac{\gamma-\alpha}{\gamma-\beta}}, \quad \operatorname{sn}\omega = i\sqrt{\frac{\delta-\alpha}{\gamma-\delta}}$$

et de $n = \sqrt{(\delta-\alpha)(\gamma-\beta)}$. L'expression à laquelle nous parvenons ainsi,

$$\frac{\mathrm{D}_t\mathrm{a}}{\mathrm{a}} = n\frac{\operatorname{sn}u\operatorname{cn}u\operatorname{dn}u + \operatorname{sn}\omega\operatorname{cn}\omega\operatorname{dn}\omega}{\operatorname{sn}^2u - \operatorname{sn}^2\omega},$$

nous offre une fonction doublement périodique, dont les périodes sont $2\mathrm{K}$, $2i\mathrm{K}'$, et qui a deux pôles, $u=\omega$, $u=i\mathrm{K}'$. Les résidus correspondant à ces pôles étant $+1$ et -1, la décomposition en éléments simples donne immédiatement

$$\frac{\operatorname{sn}u\operatorname{cn}u\operatorname{dn}u + \operatorname{sn}\omega\operatorname{cn}\omega\operatorname{dn}\omega}{\operatorname{sn}^2u - \operatorname{sn}^2\omega} = \frac{\mathrm{H}'(u-\omega)}{\mathrm{H}(u-\omega)} - \frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)} + \mathrm{C},$$

et la constante se détermine en faisant, par exemple, $u=0$; on obtient de cette manière :

$$\mathrm{C} = \frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)} - \frac{\operatorname{cn}\omega\operatorname{dn}\omega}{\operatorname{sn}\omega} = \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}.$$

Nous pouvons donc écrire, après avoir pris pour variable $u = n(t-t_0)$,

$$\frac{\mathrm{D}_u\mathrm{a}}{\mathrm{a}} = \frac{\mathrm{H}'(u-\omega)}{\mathrm{H}(u-\omega)} - \frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)} + \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)},$$

et, si l'on désigne par $\mathrm{N}e^{i\nu}$ une nouvelle constante à laquelle nous donnons cette forme, parce qu'elle doit être, en général, supposée imaginaire, on aura

$$\mathrm{a} = \mathrm{N}e^{i\nu}\frac{\mathrm{H}(u-\omega)}{\Theta(u)}e^{\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}u}.$$

De cette formule résulte ensuite

$$A = N e^{i(\nu + \alpha t_0)} \frac{H(u-\omega)}{\Theta(u)} e^{\left[\frac{i\alpha}{n} + \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] u},$$

ou plus simplement, en mettant $\nu - \alpha t_0$ au lieu de ν,

$$A = N e^{i\nu} \frac{H(u-\omega)}{\Theta(u)} e^{\left[\frac{i\alpha}{n} + \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] u},$$

et l'on en conclut immédiatement

$$B = \frac{\operatorname{cn}(u-\omega)}{\operatorname{sn}(u-\omega)} A = \sqrt{k'} N e^{i\nu} \frac{H_1(u-\omega)}{\Theta(u)} e^{\left[\frac{i\alpha}{n} + \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] u},$$

$$C = \frac{1}{i \operatorname{sn}(u-\omega)} A = \sqrt{k} N e^{i\nu} \frac{\Theta(u-\omega)}{i\Theta(u)} e^{\left[\frac{i\alpha}{n} + \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] u}.$$

Des deux indéterminées N et ν qui figurent dans ces expressions, la dernière seule subsistera comme quantité arbitraire; N, qui est réel et positif, se détermine comme nous allons le montrer.

» XVI. Je fais à cet effet, pour plus de simplicité, dans les expressions précédentes,

$$\frac{i\alpha}{n} + \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} = i\lambda,$$

en observant que cette quantité λ est réelle, car on a $\omega = iv$, ainsi que nous l'avons fait voir (p. 987). Cela étant, nous pouvons écrire

$$A = \sqrt{k} N \frac{\Theta(u-\omega) e^{i(\lambda u + \nu)}}{\Theta(u)} \operatorname{sn}(u-\omega),$$

$$B = \sqrt{k} N \frac{\Theta(u-\omega) e^{i(\lambda u + \nu)}}{\Theta(u)} \operatorname{cn}(u-\omega),$$

$$C = \sqrt{k} N \frac{\Theta(u-\omega) e^{i(\lambda u + \nu)}}{i\Theta(u)},$$

et je remarque tout d'abord que ces formules permettent de vérifier facilement les conditions auxquelles doivent satisfaire les neuf coefficients $a, b, c, \ldots$. En premier lieu, nous en déduisons :

$$A a'' + B b'' + C c'' = \sqrt{k} N \frac{\Theta(u-\omega) e^{i(\lambda u + \nu)}}{\operatorname{cn}\omega\, \Theta(u)} [-\operatorname{cn} u \operatorname{sn}(u-\omega) + \operatorname{dn}\omega \operatorname{sn} u \operatorname{cn}(u-\omega) - \operatorname{sn}\omega \operatorname{dn} u].$$

Or on a

$$\operatorname{cn} u \operatorname{sn}(u-\omega) - \operatorname{dn}\omega \operatorname{sn} u \operatorname{cn}(u-\omega) + \operatorname{sn}\omega \operatorname{dn} u = 0,$$

cette équation étant l'une des relations fondamentales pour l'addition des

arguments [Jacobi, *Œuvres complètes*, t. II, p. 171, équation (16)], et nous obtenons ainsi :

$$aa'' + bb'' + cc'' = 0, \quad a'a'' + b'b'' + c'c'' = 0.$$

Je remarque ensuite que la somme des carrés $A^2 + B^2 + C^2$ s'évanouit comme contenant en facteur $\mathrm{sn}^2(u-\omega) + \mathrm{cn}^2(u-\omega) - 1$, et nous en concluons

$$a^2 + b^2 + c^2 = a'^2 + b'^2 + c'^2, \quad aa' + bb' + cc' = 0.$$

» Ayant d'ailleurs

$$\begin{aligned} a''^2 + b''^2 + c''^2 &= \left(\frac{\mathrm{cn}\,u}{\mathrm{cn}\,\omega}\right)^2 + \left(\frac{\mathrm{dn}\,\omega\,\mathrm{sn}\,u}{\mathrm{cn}\,\omega}\right)^2 - \left(\frac{\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,u}{\mathrm{cn}\,\omega}\right)^2 \\ &= \frac{1-\mathrm{sn}^2 u}{\mathrm{cn}^2\omega} + \frac{(1-k^2\,\mathrm{sn}^2\omega)\,\mathrm{sn}^2 u}{\mathrm{cn}^2\omega} - \frac{(1-k^2\,\mathrm{sn}^2 u)\,\mathrm{sn}^2\omega}{\mathrm{cn}^2\omega} = 1, \end{aligned}$$

les six relations que nous avons en vue seront complétement vérifiées dès que N sera déterminé de manière à obtenir $a^2 + b^2 + c^2 = 1$ (1). Formons

(1) Les équations

$$iA = Bc'' - Cb'', \quad iB = Ca'' - Ac'', \quad iC = Ab'' - Ba'',$$

dont la première a été employée précédemment, page 988, et qui contiennent les suivantes :

$$\begin{aligned} a &= b'c'' - c'b'', \quad b = c'a'' - a'c'', \quad c = a'b'' - b'a''; \\ a' &= b''c - c''b, \quad b' = c''a - a''c, \quad c' = a''b - b''a, \end{aligned}$$

se vérifient aussi de la manière la plus facile. Les relations auxquelles elles conduisent, à savoir :

$$\begin{aligned} \mathrm{cn}\,\omega &= \mathrm{cn}\,u\,\mathrm{cn}(u-\omega) + \mathrm{dn}\,\omega\,\mathrm{sn}\,u\,\mathrm{sn}(u-\omega), \\ \mathrm{cn}\,u &= \mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{cn}(u-\omega) - \mathrm{dn}\,\omega\,\mathrm{sn}\,u\,\mathrm{sn}(u-\omega), \\ \mathrm{dn}\,\omega\,\mathrm{sn}\,u &= \mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{sn}(u-\omega) + \mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,u\,\mathrm{cn}(u-\omega), \end{aligned}$$

figurent, en effet, dans le tableau donné par Jacobi sous les nos 9, 10 et 11. Formons enfin les trois produits

$$(b - ib')(c + ic'), \quad (c - ic')(a + ia'), \quad (a - ia')(b + ib'),$$

nous trouverons

$$\begin{aligned} (b - ib')(c + ic') &= \frac{\Theta(0)\,H_1(0)\,H_1(u+\omega)\,\Theta(u-\omega)}{H_1^2(\omega)\,\Theta^2(u)}\,i, \\ (c - ic')(a + ia') &= \frac{\Theta_1(0)\,H_1(0)\,\Theta(u+\omega)\,H(u-\omega)}{i\,H_1^2(\omega)\,\Theta^2(u)}, \\ (a - ia')(b + ib') &= \frac{\Theta(0)\,\Theta_1(0)\,H(u+\omega)\,H_1(u-\omega)}{H_1^2(\omega)\,\Theta^2(u)}; \end{aligned}$$

pour cela les carrés des modules de A, B, C; en remarquant que, par le changement de i en $-i$, ω se change en $-\omega$, on trouve immédiatement

$$a^2 + a'^2 = k\mathrm{N}^2 \frac{\Theta(u+\omega)\Theta(u-\omega)}{\Theta^2(u)} \operatorname{sn}(u+\omega)\operatorname{sn}(u-\omega),$$

$$b^2 + b'^2 = k\mathrm{N}^2 \frac{\Theta(u+\omega)\Theta(u-\omega)}{\Theta^2(u)} \operatorname{cn}(u+\omega)\operatorname{cn}(u-\omega),$$

$$c^2 + c'^2 = k\mathrm{N}^2 \frac{\Theta(u+\omega)\Theta(u-\omega)}{\Theta^2(u)};$$

d'où, en ajoutant membre à membre,

$$2 = k\mathrm{N}^2 \frac{\Theta(u+\omega)\Theta(u-\omega)}{\Theta^2(u)} [\operatorname{sn}(u+\omega)\operatorname{sn}(u-\omega) + \operatorname{cn}(u+\omega)\operatorname{cn}(u-\omega) + 1].$$

Or les formules élémentaires

$$\operatorname{sn}(u+\omega)\operatorname{sn}(u-\omega) = \frac{\operatorname{sn}^2 u - \operatorname{sn}^2\omega}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^2\omega},$$

$$\operatorname{cn}(u+\omega)\operatorname{cn}(u-\omega) = -1 + \frac{\operatorname{cn}^2 u + \operatorname{cn}^2\omega}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^2\omega},$$

donnent

$$\operatorname{sn}(u+\omega)\operatorname{sn}(u-\omega) + \operatorname{cn}(u+\omega)\operatorname{cn}(u-\omega) + 1 = \frac{2\operatorname{cn}^2\omega}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^2\omega};$$

on a d'ailleurs

$$\frac{\Theta^2(0)\Theta(u+\omega)\Theta(u-\omega)}{\Theta^2(u)\Theta^2(\omega)} = 1 - k^2 \operatorname{sn}^2 u \operatorname{sn}^2\omega;$$

---

or les relations élémentaires

$$\Theta(0)\mathrm{H}_1(0)\mathrm{H}_1(u+\omega)\Theta(u-\omega) = \mathrm{H}(\omega)\Theta_1(\omega)\mathrm{H}(u)\Theta_1(u) - \mathrm{H}_1(\omega)\Theta(\omega)\Theta(u)\mathrm{H}_1(u),$$

$$\Theta_1(0)\mathrm{H}_1(0)\Theta(u+\omega)\mathrm{H}(u-\omega) = \mathrm{H}(\omega)\Theta(\omega)\mathrm{H}_1(u)\Theta_1(u) - \mathrm{H}_1(\omega)\Theta_1(\omega)\Theta(u)\mathrm{H}(u),$$

$$\Theta(0)\mathrm{H}_1(0)\mathrm{H}(u+\omega)\mathrm{H}_1(u-\omega) = \Theta(\omega)\Theta_1(\omega)\mathrm{H}(u)\mathrm{H}_1(u) + \mathrm{H}(\omega)\mathrm{H}_1(\omega)\Theta(u)\Theta_1(u),$$

conduisent facilement à ces égalités

$$(b - ib')(c + ic') = -b''c'' + ia'',$$

$$(c - ic')(a + ia') = -c''a'' + ib'',$$

$$(a - ia')(b + ib') = -a''b'' + ic'';$$

d'où l'on tire ce nouveau système de conditions :

$$bc + b'c' + b''c'' = 0, \quad bc' - cb' = a'',$$

$$ca + c'a' + c''a'' = 0, \quad ca' - ac' = b'',$$

$$ab + a'b' + a''b'' = 0, \quad ab' - ba' = c''.$$

nous obtenons donc

$$1 = k\mathrm{N}^2 \frac{\Theta^2(\omega)\,\mathrm{cn}^2\omega}{\Theta^2(0)},$$

et par conséquent, après une réduction facile,

$$\mathrm{N} = \frac{\Theta_1(0)}{\mathrm{H}_1(\omega)}.$$

On en conclut les résultats de Jacobi, que nous gardons sous la forme suivante :

$$a + ia' = \frac{\Theta_1(0)\,\mathrm{H}(u-\omega)\,e^{i(\lambda u+\nu)}}{\mathrm{H}_1(\omega)\,\Theta(u)},$$

$$b + ib' = \frac{\Theta(0)\,\mathrm{H}_1(u-\omega)\,e^{i(\lambda u+\nu)}}{\mathrm{H}_1(\omega)\,\Theta(u)},$$

$$c + ic' = \frac{\mathrm{H}_1(0)\,\Theta(u-\omega)\,e^{i(\lambda u+\nu)}}{i\,\mathrm{H}_1(\omega)\,\Theta(u)},$$

et il ne nous reste plus qu'à y joindre les expressions des vitesses de rotation autour des axes fixes Ox, Oy, Oz.

» Ces quantités, que je désignerai par v, v', v'', ont pour valeurs

$$v = ap + bq + cr,$$

$$v' = a'p + b'q + c'r,$$

$$v'' = a''p + b''q + c''r,$$

ou encore, en remplaçant p, q, r par $\alpha a''$, $\beta b''$, $\gamma c''$,

$$v = aa''\alpha + bb''\beta + cc''\gamma,$$

$$v' = a'a''\alpha + b'b''\beta + c'c''\gamma,$$

$$v'' = a''^2\alpha + b''^2\beta + c''^2\gamma = \delta.$$

» Cela posé, soit $v + iv' = \mathrm{V}$, nous pouvons écrire

$$\mathrm{V} = \mathrm{A}a''\alpha + \mathrm{B}b''\beta + \mathrm{C}c''\gamma,$$

et, si nous employons de nouveau les égalités

$$\mathrm{B} = \frac{a''b'' - ic''}{a'' - 1}\mathrm{A}, \quad \mathrm{C} = \frac{a''c'' + ib''}{a''^2 - 1}\mathrm{A},$$

on obtiendra la formule

$$\mathrm{V} = \frac{(\delta - \alpha)a'' + i(\gamma - \beta)b''c''}{a''^2 - 1}\mathrm{A}.$$

Or, au moyen des relations

$$\delta - \alpha = -in\frac{\operatorname{sn}\omega\operatorname{dn}\omega}{\operatorname{cn}\omega},\quad \gamma - \beta = in\frac{\operatorname{cn}\omega}{\operatorname{sn}\omega\operatorname{dn}\omega}$$

et des valeurs de a'', b'', c'', il vient

$$\frac{(\delta-\alpha)a'' + i(\gamma-\beta)b''c''}{a''^2 - 1} = -in\frac{\operatorname{sn}u\operatorname{cn}u\operatorname{dn}\omega + \operatorname{sn}\omega\operatorname{cn}\omega\operatorname{dn}u}{\operatorname{sn}^2 u - \operatorname{sn}^2\omega} = -in\frac{\operatorname{dn}(u-\omega)}{\operatorname{sn}(u-\omega)};$$

l'expression précédente de A nous donne donc immédiatement

$$V = -in\frac{H'(0)\Theta_1(u-\omega)e^{i(\lambda u+\nu)}}{H_1(\omega)\Theta(u)}.$$

» Voici maintenant la seconde méthode que j'ai annoncée pour parvenir à la détermination des quantités A, B, C. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants* (¹). Note de M. SYLVESTER.

« Ici, il est nécessaire de faire une remarque très-importante sur une omission d'un certain procédé, qui, dans ma méthode, doit précéder celui de tamisage. Cette omission n'a aucune importance pour les cas que nous avons considérés, car les circonstances qui rendent nécessaire l'application de ce procédé additionnel n'existent pas pour ces cas-là, et il semble souvent ne pas arriver que dans le cas où il y a un très-grand nombre de formes comprises dans le système donné, lequel nombre, apparemment, croît avec les degrés de ces formes. C'est dans l'étude des systèmes de formes linéaires ou quadratiques que ce phénomène, dont je vais parler, s'était présenté pour la première fois, et seulement quand ce système ne comprend pas moins de quatre formes. Dans toutes les huit fractions génératrices que j'ai données dans cette Note et dans mes Communications précédentes, on trouvera facilement que, si l'on développe ces fractions en séries, les coefficients positifs ne subiront pas une diminution quelconque. Mais, quand cela arrive, c'est-à-dire quand un tel coefficient ou disparaît, ou subit une diminution, alors il faut substituer, au lieu du coefficient dans le numérateur, le chiffre diminué (qui peut être zéro, mais, comme je l'ai démontré dans l'article cité, destiné au *Journal de Crelle*, jamais négatif). Donc, comme règle générale (quoique presque jamais nécessaire

---

(¹) Voir ce volume, p. 992 et 1035.

dans la pratique), il faut soumettre chaque coefficient à cet examen, auquel je donne le nom de *triage*. Voici donc le tableau complet de mes procédés pour arriver à l'échelle des formes invariantes des dérivées fondamentales :

» 1° Formation de la fraction génératrice dans sa forme cubique dont le développement donnerait une série allant vers l'infini dans deux directions qu'on pourrait nommer série *bivergente;*

» 2° Retranchement de la partie contenant des indices négatifs et substitution d'une fraction génératrice réduite, dont le développement en série sera *univergent;*

» 3° Multiplication du numérateur et du dénominateur de la fraction réduite par un facteur commun propre à mettre le dénominateur sous une forme telle, que chaque facteur, comme $1 - a^\alpha, b^\beta, c^\gamma, \ldots x^\lambda$, qu'il contient, correspondra à un covariant ou invariant, dont le type est $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda$, laquelle condition sera satisfaite si, en faisant le développement en série, le terme $a^\alpha, b^\beta, c^\gamma, \ldots, x^\lambda$ ne se trouve pas aboli. La fraction est alors canonique;

» 4° Triage appliqué à la diminution ou suppression des coefficients positifs du numérateur, quand cela est nécessaire;

» 5° Tamisage appliqué aux coefficients ainsi triés.

» Il est bon aussi de remarquer que, sans former la fonction génératrice, on peut appliquer ma méthode à la solution complète par des méthodes purement arithmétiques du problème suivant, qui, en effet, est la partie laissée incomplète dans la théorie de M. Gordan :

» *Étant donnés les types d'une assemblée de formes entre lesquelles sont composées toutes les* GRUNDFORMEN *d'un système de formes données, on désire éliminer toutes celles qui sont superflues.*

» C'est ainsi que j'ai mis à l'épreuve les résultats donnés par M. Gundelfinger, pour le cas d'un système composé d'une forme cubique et une forme biquadratique, car j'ai reculé, pour le moment, devant le travail énorme qui serait nécessaire pour former la fraction génératrice applicable à ce cas, et, comme résultat de cet examen (sauf la possibilité d'erreurs d'Arithmétique), je crois pouvoir affirmer que, sur les soixante-quatre *grundformen* prétendues, deux sont superflues, mais que les autres soixante-deux restent bonnes. Je compte revenir sur ce cas spécial dans une autre Communication que j'espère avoir l'honneur de faire à l'Académie sur ce sujet. »

HYDRAULIQUE. — *Sur les dispositions qui conduisent, pour le système d'écluse de navigation à oscillation unique, au maximum de rendement et au minimum de dépense de construction.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« J'ai, depuis longtemps, proposé un système d'écluse de navigation à *oscillation unique,* je veux dire du sas dans un bassin d'épargne et de ce bassin d'épargne dans le sas. Mais je n'étais pas fixé sur les proportions qui doivent conduire au maximum d'épargne d'eau avec le minimum de dépense de construction, ayant toujours pensé d'ailleurs que cette dépense serait considérable. Il vaut mieux, selon moi, si le bassin d'épargne a toute la hauteur de l'écluse, que *sa section soit moindre que celle du sas.*

» Il résulte des lois de l'oscillation de l'eau dans les siphons renversés, à branches verticales de sections inégales, dont j'ai indiqué les points principaux dans les *Comptes rendus,* séance du 2 décembre 1872, que, dans le cas dont il s'agit, l'écluse étant pleine et le niveau du bassin d'épargne étant à la même hauteur que celui du bief d'aval, l'eau s'élèverait au-dessus du niveau du bief d'amont dans ce bassin d'épargne, en vertu de l'oscillation de vidange, s'il n'y avait pas de résistances passives. A cause de ces résistances, l'eau s'y élève moins haut que si elles n'existaient pas et l'on peut calculer, au moyen de la formule que j'ai rappelée dans les *Comptes rendus,* séance du 19 novembre dernier, quel doit être le rapport de la section du bassin d'épargne à celle de l'écluse pour que l'eau monte dans le bassin d'épargne à une hauteur convenable au-dessus ou au-dessous du niveau d'amont. Je suppose d'abord ce rapport déterminé, de manière que la grande oscillation de vidange remplisse le bassin d'épargne précisément jusqu'à la hauteur du niveau d'amont et qu'on achève de vider l'écluse au moyen des ventelles ordinaires. Il est facile de voir qu'en supposant les résistances passives de la même nature pour une oscillation de remplissage que pour une oscillation de vidange, toute l'eau que celle-ci avait fait entrer dans le bassin d'épargne rentrera dans l'écluse, de sorte qu'on aura à tirer du bief d'amont, supposé à niveau constant comme celui du bief d'aval, une quantité d'eau égale à celle qu'on avait fait descendre à ce dernier bief.

» Dans ce système, l'éclusier aura à manœuvrer les ventelles des portes d'écluse d'amont et d'aval. Il aura seulement à manœuvrer de plus un tube mobile vertical posé alternativement dans le bassin d'épargne sur l'extrémité recourbée verticalement d'un grand tuyau de conduite dont

l'autre extrémité débouchera dans l'écluse. Il le manœuvrera une fois pour la vidange et une fois pour le remplissage de l'écluse.

» Il est bien à remarquer que, l'inconvénient des bassins d'épargne étant en général, dans la pratique, de perdre, par les défauts des vannes, une partie de l'eau épargnée, il était essentiel d'éviter d'employer des vannes ou soupapes pour le bassin d'épargne dont il s'agit, comme cela aurait été nécessaire si sa section n'avait pas été moindre que celle de l'écluse. Quand ce système ne fonctionnera plus, il n'y aura aucune chance de filtration du bief d'amont dans le bassin d'épargne. Quand il fonctionnera, il n'y aura de chance de filtration de ce bassin dans l'écluse que sous le tube mobile, qui peut d'ailleurs être disposé de manière à bien conserver l'eau, en se posant convenablement sur son siége fixe.

» Ce tuyau mobile, bien plus facile à manœuvrer qu'une vanne ou une soupape ordinaire, a l'avantage de ne jamais fermer les sections transversales du tuyau de conduite; de sorte qu'il ne peut résulter aucun coup de bélier, même des fausses manœuvres. Mais la quantité d'eau qu'il contient quand il repose sur son siége ne reste pas dans le bassin d'épargne. Si donc on veut avoir égard à ce qu'il se perdra toujours un peu d'eau entre le tube mobile et son siége, en élevant un peu le niveau du bassin d'épargne au-dessus de celui du bief d'amont, pour compenser cette perte, il convient de tenir compte de ce que la section de ce bassin sera en réalité un peu diminuée par la présence de ce tube, qui doit toujours s'élever au-dessus de l'eau. Il en résulte que, pour faire descendre l'eau de ce bassin jusqu'au niveau du bief d'aval par une oscillation de remplissage de l'écluse, il ne serait pas indispensable d'élever autant l'eau au-dessus du niveau d'amont, si, quand on lèvera le tube mobile, celui-ci ne devait pas être rempli d'eau. En définitive, outre les pertes de travail provenant des résistances passives, il est juste de tenir compte des pertes de force vive provenant de ce que l'eau contenue dans ce tube, d'une petite section d'ailleurs par rapport à celle du bassin d'épargne, tombera quand on achèvera de vider l'écluse, tandis qu'à l'époque où on la remplira, ce tube sera rempli d'eau tombant d'une hauteur moyenne égale à la moitié environ de la chute de l'écluse. Ces considérations sont d'ailleurs très-secondaires.

» Si, au lieu de donner au bassin d'épargne une section moindre que celle de l'écluse, on lui avait donné une section plus grande, les choses auraient pu être disposées de manière à remplir et à vider entièrement l'écluse, sans se servir des ventelles des portes d'amont et d'aval, ce qui aurait un peu accéléré le service. Mais il aurait fallu achever de remplir le bassin d'é-

pargne par une communication alternative avec le bief d'amont et achever de le vider par une communication alternative avec le bief d'aval; or ce sont précisément ces deux communications que je veux surtout éviter par la combinaison objet de cette Note. En supposant, pour une comparaison provisoire qui semble d'ailleurs peu éloignée de la vérité, que je donne à la section du bassin d'épargne les trois quarts de celle du sas, on épargnerait ainsi à peu près les trois quarts de l'éclusée, sauf les considérations secondaires dont j'ai parlé ci-dessus.

» Il est intéressant de voir à quel résultat on serait conduit, quant aux résistances passives, dans le cas où l'on donnerait au contraire à l'écluse une section qui serait les trois quarts de celle du bassin d'épargne. Il est clair que, abstraction faite de ces résistances, les différences des niveaux seraient les mêmes dans les deux cas, sauf les petites différences provenant de la place occupée par le tube mobile, mais les vitesses qui occasionnent les résistances passives et le chemin parcouru par ces résistances augmenteraient beaucoup. Le carré de la vitesse, à l'époque où le niveau est le même dans l'écluse et dans le bassin d'épargne, serait, abstraction faite des résistances passives, sensiblement proportionnel à la quantité d'eau passée par le tuyau de conduite et ayant parcouru les mêmes hauteurs dans les deux cas. Or, si l'on suppose les résistances passives proportionnelles aux carrés des vitesses, il en résulte que la quantité de travail qui serait nécessaire pour conserver ces vitesses comme s'il n'y avait pas de cause de déchet, serait comme le carré des quantités d'eau précitées. Sans entrer dans le détail des calculs, j'ai cru devoir donner une idée assez précise des inconvénients qu'aurait un système à *oscillation unique*, si la section du bassin d'épargne était plus grande que celle de l'écluse, parce qu'un ingénieur a proposé cet élargissement du bassin d'épargne, étant d'ailleurs frappé de ce que cela permettrait d'accélérer le service en ce qu'on achèverait de remplir ou de vider ce bassin pendant que les bateaux passeraient. Quant aux oscillations, leur durée serait augmentée : il est d'ailleurs essentiel de remarquer que la dépense de construction serait bien plus grande, à cause des dimensions du bassin d'épargne.

» Mais, dans ce système, cette durée sera si courte qu'il est même prudent d'indiquer des moyens de l'augmenter. Or il est utile, pour diverses raisons, de donner au tuyau de conduite une longueur qui ne sera limitée dans la pratique que par la dépense qui en résultera pour la construction. Si les surfaces frottantes sont plus longues, les carrés des vitesses sont moindres et les résistances ou les pertes de force vive locales sont dimi-

nuées. C'est surtout aux extrémités qu'il faut avoir égard à ces pertes de force vive, qu'on peut diminuer beaucoup en évasant graduellement ces extrémités. Cela permettra même de ne pas donner au grand tuyau de conduite un diamètre à beaucoup près aussi considérable qu'on pourrait le croire nécessaire au premier aperçu, son frottement étant en général bien moins important, pour les dimensions dont il s'agit, que des pertes de force vive qui se présenteraient à ces extrémités si elles n'étaient pas évasées et qu'il eût un plus grand diamètre.

» C'est d'ailleurs seulement pour les écluses de petites sections, comme celles du canal du Berry, et pour des circonstances exceptionnelles, qu'il me semble plus utile d'étudier le système assez coûteux objet de cette Note. Pour des écluses de grandes dimensions, un système analogue à celui qui est construit à l'Aubois coûterait évidemment beaucoup moins cher. Sa manœuvre est d'ailleurs moins simple que celle du système à oscillation unique. Je crois aussi qu'il serait intéressant de faire déboucher le tuyau de conduite vers la moitié de la longueur de l'écluse, comme je l'ai proposé dans les *Comptes rendus*, séance du 20 novembre dernier, p. 999. »

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire, dans la personne de M. *E. Gintrac*, Correspondant de la Section de Médecine, décédé à Bordeaux à l'âge de 87 ans.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des œufs du Phylloxera du chêne et du Phylloxera de la vigne*. Extrait d'une Lettre de M. **Boiteau** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Villegouge, le 8 décembre 1877.

» Le Phylloxera du chêne (nous ne parlons que de l'ailé), celui qui vit sur le chêne rouvre de notre contrée, est fumé et beaucoup plus gros que le Phylloxera de la vigne, qui est jaune orangé. Les antennes du Phylloxera du chêne sont à *cinq articles*, tandis que celles du Phylloxera de la vigne n'en ont que *trois*. Le dernier anneau de l'abdomen du *Phylloxera quercus* est pourvu d'un appendice en forme de pomme de pin, ce qui n'existe pas chez le *Phylloxera vastatrix*.

» Les œufs sexués du Phylloxera du chêne s'organisent dans le corps de la mère (à l'examen microscopique, on voit à travers les téguments de

l'insecte les yeux et les organes du nouvel être) et à la ponte l'embryon est complétement formé ; tandis que, chez le Phylloxera de la vigne, l'insecte ailé pond des œufs à contenu amorphe et sans trace de segmentation vitelline. M. Lichtenstein et M. Balbiani avaient donc raison, chacun de leur côté.

» Les insectes sexués ont une organisation semblable dans les deux espèces. »

M. R. **Jullien**, M. E. **Ferrand**, M. **Lachner**, M. **Deloye** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. P. **Volpicelli** soumet au jugement de l'Académie une Note tendant à démontrer, au moyen du potentiel, que l'induite de première espèce n'a pas de tension.

Cette Note sera renvoyée, avec les Mémoires de M. Volpicelli concernant l'induction électrostatique, à la Commission précédemment nommée, Commission à laquelle M. Th. du Moncel sera prié de s'adjoindre.

M. A. **Beauvais** adresse une Note relative à un système destiné à prévenir les rencontres entre deux trains sur les chemins de fer.

(Commissaires : MM. Phillips, Tresca.)

M. G. **Laudeman** adresse une Note relative à un traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. A. **Brachet** adresse, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, une Note sur l'emploi du sulfure de carbone dans les grands réfracteurs astronomiques.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance

1° Un volume de M. *G. Tissandier*, portant pour titre : « Histoire de

mes ascensions; récit de vingt-quatre voyages aériens, de 1868 à 1877 ». Ce volume est illustré par M. Alb. Tissandier :

2° Un volume de M. *Marey*, intitulé : « La machine animale. Locomotion terrestre et aérienne » ;

3° Un volume de M. *Rosenthal*, portant pour titre : « Les nerfs et les muscles ».

M. le **Directeur général des Douanes** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut :

1° Le « Tableau général des mouvements du cabotage, en 1876 » ;

2° Le « Répertoire général formant le complément et le deuxième fascicule du tarif officiel. »

ÉLECTRICITÉ. — *Application des bouteilles de Leyde de grande surface pour distribuer en plusieurs points l'effet du courant d'une source unique d'électricité, avec renforcement de cet effet.* Note de M. **P. Jablochkoff**. (Extrait.)

« On sait que, depuis Volta, plusieurs électriciens ont chargé des condensateurs ou des bouteilles de Leyde avec le courant des piles à grande tension. Les recherches les plus intéressantes dans ce sens ont été faites, en Angleterre, par M. Warren de la Rue, et en France par M. Gaston Planté (1).

» De mon côté, j'ai appliqué des bouteilles de Leyde d'une très-grande surface pour distribuer, en plusieurs points différents, le courant donné par une source unique d'électricité, en vue d'applications à l'éclairage. J'ai travaillé principalement avec les machines à courants alternatifs, et j'ai obtenu des résultats qui, pour leur explication, exigent d'abord une définition générale et une dénomination particulière des appareils employés.

» Ces appareils sont de la nature des bouteilles de Leyde et ont l'aspect des condensateurs. Ils se composent de grandes surfaces de feuilles métalliques, séparées par des feuilles isolantes de verre, de gutta, d'étoffes gom-

---

(1) M. Warren de la Rue, à l'aide de plusieurs milliers d'éléments de pile à chlorure d'argent, a produit directement des effets d'électricité statique. En chargeant avec ces piles des condensateurs, il produit des décharges formidables.

Dernièrement, M. Gaston Planté, en opérant avec sa pile secondaire, a chargé une série de condensateurs mis pour leur chargement en quantité et pour leur déchargement en tension, et il a obtenu de la sorte de très-fortes étincelles, comme l'a fait connaître sa récente Communication à l'Académie.

mées, etc.; selon leur disposition, ils me servent pour produire différents phénomènes nouveaux.

» Comme j'opère avec le courant alternatif, il ne peut y avoir de condensation d'électricité pendant un certain temps, pour produire ensuite une décharge instantanée. C'est pourquoi je ne puis nommer ces appareils *condensateurs*. M. Warren de la Rue a nommé *accumulateurs* la série d'appareils servant pour un but que j'expliquerai plus bas, et *excitateurs* la série d'appareils servant pour l'autre but. Je conserverai ces dénominations, en expliquant les différents effets produits par ces appareils.

» Voici ces effets. Je réunis l'un des conducteurs d'une machine à courants alternatifs avec l'une des surfaces des appareils que je viens de décrire et que je nommerai, dans ce cas, *excitateurs*. Par l'autre surface de ces excitateurs et le second conducteur (ou la terre), je reçois d'une maniere constante un courant alternatif, qui peut être recueilli de différentes façons. On peut, ou bien réunir ensemble les secondes surfaces des appareils, et recueillir le courant par un seul conducteur sur le trajet duquel on placera les foyers lumineux; ou bien faire partir de la seconde surface de chaque appareil un conducteur distinct, et placer sur chacun de ces conducteurs des foyers lumineux. En opérant de l'une ou de l'autre façon, l'expérience m'a montré que l'effet du courant, dans le premier cas, est bien supérieur à l'effet du courant donné directement par la machine. Dans le second cas, la somme totale des effets partiels est aussi supérieure à l'effet du courant primitif.

» Par exemple, si, sur le passage du courant d'une machine à courants alternatifs, susceptible seulement de donner une étincelle d'arrachement équivalente à celle de six à huit éléments Bunsen, on interpose une série d'excitateurs dont la surface représente à peu près 500 mètres carrés, on peut produire un arc voltaïque de 15 à 20 millimètres, et les charbons de 5 millimètres de diamètre rougissent sur une longueur de 6 à 10 millimètres à partir de leur extrémité.

» Si, sur le courant d'une bobine d'induction alimentée par un courant alternatif et donnant ainsi une étincelle de 5 millimètres, j'interpose de la même façon un excitateur d'environ 20 mètres cubes de surface, je reçois un arc voltaïque de 30 millimètres, et, dans ce cas, les charbons de 4 millimètres de diamètre rougissent aussi sur une longueur de 6 à 10 millimètres à leur extrémité.

» Je me bornerai aujourd'hui à citer ces faits d'expériences, ajournant toute explication théorique jusqu'au moment où je pourrai avoir des bases plus précises.

» Si maintenant, étant donnés un certain nombre de ces appareils, je réunis les secondes surfaces d'un ou de plusieurs d'entre eux avec le second conducteur de la machine ou la terre, j'obtiens, entre les appareils qui restent disposés comme plus haut et le second conducteur de la machine, des effets qui se rapprochent davantage des effets statiques. Ceux des appareils dont les surfaces sont réunies, l'une avec un des conducteurs de la machine, l'autre avec un autre conducteur ou la terre, sont nommés, par M. Warren de la Rue, *accumulateurs.* »

PHYSIQUE. — *De la loi d'absorption des radiations à travers les corps, et de son emploi dans l'analyse spectrale quantitative* (2e Partie); par M. G. Govi.

« Des considérations théoriques confirmées par l'expérience ont démontré aux physiciens qu'une radiation monochromatique ou d'une seule longueur d'onde s'éteint par absorption, de manière que l'on a

$$I_1 = I k^x,$$

où I représente l'intensité de la radiation incidente, I_1 celle de la même radiation après son passage à travers une épaisseur x du milieu absorbant. La quantité k, qu'on appelle *coefficient d'absorption*, et qui est toujours fractionnaire, exprime l'intensité de la lumière qui a traversé l'unité d'épaisseur du milieu. Cette relation permet de calculer la valeur de k pour une longueur d'onde quelconque, aussitôt que l'on connaît le rapport des deux intensités $\frac{I_1}{I}$ pour une épaisseur x du milieu traversé. Les coefficients k une fois connus, rien n'est plus facile que de les employer à tracer par points les courbes d'égale absorption chromatique, soit pour un spectre de réfraction, soit pour le spectre normal. Il suffit pour cela de calculer x, en donnant à $\frac{I_1}{I}$ une valeur constante pour tous les différents points du spectre et en employant pour chaque point le coefficient d'absorption correspondant. On peut obtenir ainsi autant de points que l'on désire de la courbe qui correspond à une intensité quelconque, et construire par sections équidistantes ou par courbes de niveau ce qu'on pourrait appeler la *surface d'absorption chromatique* dans un milieu donné.

» De telles recherches ne pourraient être faites avec un spectroscope ordinaire; c'est un *photomètre analyseur* (1) qu'il y faut employer, c'est-à-dire

(1) Le *photomètre analyseur* a été inventé et employé dès 1850 dans le laboratoire de M. Despretz, qui voulut bien le présenter à l'Académie au nom de l'auteur, le 16 janvier 1860. Sa

un instrument par lequel on puisse mesurer photométriquement les diverses radiations simples qui font partie d'une radiation complexe. Le principe du *photomètre analyseur* une fois donné, rien n'est plus facile que d'imaginer pour un tel instrument des dispositions très-différentes qui remplissent à peu près également bien le but qu'on s'est proposé.

» Pour les comprendre toutes, il suffit de se représenter une sorte de spectroscope dont la fente, partagée en deux suivant sa longueur, reçoit sur chaque moitié des radiations différentes. S'il s'agit d'étudier l'absorption, par exemple, on laisse une moitié de la fente libre, et l'on met devant l'autre moitié une couche d'épaisseur connue du milieu absorbant que l'on veut examiner. La lumière qui vient des deux moitiés de la fente est décomposée par un prisme en deux spectres juxtaposés sur toute leur longueur, dont un seulement a été modifié par l'absorption. En cherchant alors à égaliser successivement (par des modifications de la fente, par des appareils de polarisation, ou autrement) ces deux spectres en un très-grand nombre de points correspondant à des longueurs d'ondes déterminées, on en obtient la mesure de l'intensité des différentes radiations absorbées. Ces intensités une fois obtenues, on peut en tirer immédiatement les coefficients d'absorption qui correspondent à chaque radiation observée, et la forme de la surface d'absorption chromatique dans le corps que l'on étudie.

» Quand on a quelques coefficients d'absorption d'une substance dissoute en quantité déterminée dans un milieu non absorbant, ou doué d'un pouvoir absorbant faible et déjà mesuré, il est assez facile de déterminer la quantité de cette même substance dans une autre solution. Il suffit pour cela d'en prendre une épaisseur connue et de la placer devant

---

description parut dans les *Comptes rendus* (t. L, p. 156-158) de la même année. Depuis lors beaucoup de personnes qui ne connaissaient peut-être pas cet instrument, ou qui l'avaient oublié, ont imaginé et décrit des *photomètres analyseurs*, qui ne diffèrent du premier que par des détails de construction. L'inventeur du photomètre analyseur pense qu'on ne voudra pas l'accuser de plagiat s'il publie maintenant et s'il applique à la solution de quelques questions de Physique son instrument modifié depuis longtemps par lui-même d'après des idées qu'il avait déjà émises en 1860, et que d'autres, mieux placés pour faire exécuter leurs instruments, ont pu avoir réalisées avant lui. Il ne faut pas oublier que la première description du *photomètre analyseur*, imprimée dans les *Comptes rendus*, se terminait par les indications suivantes : « On pourrait aussi polariser la lumière incidente, regarder les spectres avec un analyseur convenable, et déterminer les intensités d'après le mouvement angulaire qu'il faudrait imprimer à l'un ou à l'autre des polariseurs pour obtenir l'égalité des deux images. »

la fente du *photomètre analyseur*, puis de mesurer l'intensité des radiations transmises par elle, pour savoir immédiatement à quelle épaisseur de la solution normale auraient correspondu les mêmes intensités, et, par conséquent, quelle est la quantité de matière absorbante contenue dans la solution à doser.

» L'analyse spectrale devient de la sorte une véritable méthode d'analyse quantitative et ses applications se trouvent tout à coup considérablement étendues.

» Il ne faut cependant pas oublier que ce nouveau mode d'analyse exige que l'on puisse étudier *toutes les radiations* émises ou transmises par les différents corps. Si l'on voulait se borner à l'étude des radiations visibles, l'utilité de la méthode en serait singulièrement amoindrie. Mais, si l'on substitue à l'œil un autre organe, tel que la pile thermo-électrique, par exemple, aussitôt des corps, qui paraissaient ne rien absorber dans le spectre lumineux, pourront manifester leur présence dans la portion ultra-rouge du spectre et l'on aura ainsi le moyen d'en déterminer la quantité. Une solution de sulfate d'alumine serait dans ce cas, et l'on pourrait doser au galvanomètre les proportions d'alun contenues dans différentes solutions. La même chose arriverait pour les radiations ultra-violettes, dont le verre d'urane ou le sulfate de quinine permettraient à l'œil de mesurer l'intensité.

» Quoiqu'il n'ait été question jusqu'ici que de substances en dissolution et de pouvoirs absorbants, il est extrêmement probable que la *Photométrie analytique* pourra devenir d'un emploi beaucoup plus général.

» S'il est vrai en effet, comme un grand nombre d'observations paraissent le démontrer suffisamment, que les lignes spectrales lumineuses des gaz incandescents, ou les lignes sombres que ces mêmes gaz peuvent déterminer par absorption dans les spectres continus, ne sont que des sommets isolés et plus intenses de courbes spectrales d'émission ou d'absorption plus ou moins accidentées, en tout semblables aux courbes d'ombre que produisent les solides ou les liquides absorbants, et s'il est vrai que ces lignes peuvent se multiplier et surtout augmenter de largeur et d'intensité par la condensation et l'élévation de température du corps qui leur donne naissance, jusqu'à réaliser toutes les longueurs d'onde possibles, on comprend que la détermination de l'intensité lumineuse en différents points d'un spectre peut servir à reconnaître la densité et la température de la substance qui l'émet ou qui l'absorbe, c'est-à-dire à déterminer sa quantité dans une portion limitée de l'espace, pourvu que l'on ait établi d'avance la relation qui lie la nature des radiations émises avec la densité et la température du corps étudié.

» Ainsi donc, en assimilant les phénomènes des spectres d'émission et d'absorption des matières gazeuses à ceux que présentent les spectres d'absorption des solides et des liquides, il ne paraît pas impossible qu'on parvienne à obtenir des analyses quantitatives des corps étudiés, lors même que ces corps échapperaient par leur ténuité ou par leur distance à tous nos moyens ordinaires d'investigation.

» Le *photomètre analyseur* peut rendre encore beaucoup d'autres services à la science, et c'est en l'employant à l'analyse qualitative et quantitative des couleurs propres des corps qu'on peut espérer d'asseoir sur des bases tout à fait rigoureuses la classification de ces couleurs, que les cercles chromatiques de l'illustre doyen de l'Académie permettent déjà de classer empiriquement, avec tant d'avantage pour la Science, pour l'industrie et pour les arts. »

THERMOCHIMIE. — *Sur quelques propriétés du chlorure de calcium.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Quand on dissout du chlorure de calcium anhydre dans aussi peu d'eau que possible, la température s'élève à mesure que la dissolution s'effectue. Si l'on étend cette solution, revenue à sa température primitive, en ajoutant des quantités d'eau successives, la température s'élève à chaque nouvelle addition, et ces accroissements vont en diminuant peu à peu, pour devenir nuls quand la quantité d'eau ajoutée est devenue considérable.

» En dissolvant 1 équivalent de chlorure de calcium anhydre dans 9 équivalents d'eau, il se dégage + 7065 calories.

» Si l'on ajoute à cette solution successivement 3, 6, 7, 12 équivalents d'eau, ce qui fait 12, 18, 25, 37 équivalents d'eau pour 1 de sel anhydre, il se dégage successivement + 438, + 243, + 114, + 81 calories. L'addition d'eau nouvelle ne produit pas de variation appréciable dans la température de la masse.

» Il est facile de vérifier que la chaleur dégagée par l'addition d'une quantité donnée d'eau est la même, qu'on ajoute cette eau d'un seul coup ou en plusieurs fois.

1 équivalent de sel et 12 équiv. d'eau dégagent.	+ 7526 Cal;	or 7065 + 438 = 7503
L'addition de 13 équivalents d'eau dégage....	+ 350;	or 243 + 114 = 357
L'addition de 12 équivalents d'eau dégage....	+ 79	

» Ainsi la quantité de chaleur qui se dégage lors de la dissolution de 1 équivalent de chlorure de calcium anhydre dans un excès d'eau est en moyenne égale à $\mathfrak{Q} = + 7948^{cal}$.

» Quand on dissout dans l'eau du chlorure de calcium hydraté cristallisé, $CaCl + 6HO$, on constate toujours un abaissement de température; mais, une fois la dissolution effectuée, elle s'échauffe chaque fois qu'on lui ajoute une nouvelle quantité d'eau : ces échauffements diminuent peu à peu, jusqu'à devenir nuls, quand la proportion d'eau ajoutée devient considérable.

» En dissolvant 1 équivalent de chlorure hydraté dans 6 d'eau, ce qui correspond à 12 pour 1 de sel anhydre, le refroidissement correspond à — 2620 calories.

» Si l'on ajoute à cette solution successivement 6 et 18 équivalents d'eau, il se dégage + 281 et + 175 calories, et de nouvelles additions d'eau ne déterminent pas de variation sensible dans la température.

» On en conclut, pour la quantité de chaleur absorbée par la dissolution de 1 équivalent de chlorure de calcium hydraté dans un excès d'eau, $Q = -2164^{cal}$. En dissolvant immédiatement le sel cristallisé dans de l'eau en excès, on trouve $Q = -2254^{cal}$.

» La solution précédente s'échauffant à mesure qu'on l'étend, on en peut conclure que le refroidissement primitif est dû au changement d'état du sel cristallisé, à son passage de l'état solide à l'état liquide, lequel ne peut se faire que si l'on donne au sel sa chaleur latente de fusion. Le nombre Q est donc, en valeur absolue, la différence entre la chaleur latente l et la chaleur de dissolution q.

» Or, lorsqu'on dissout dans l'eau du chlorure de calcium hydraté $CaCl + 6HO$ *liquide*, on constate toujours une élévation de température, et, quelles que soient les quantités d'eau que l'on ajoute ensuite, les échauffements que l'on observe sont précisément les mêmes que ceux que donne une solution au même titre de chlorure anhydre, étendue successivement des mêmes proportions d'eau.

» Il est facile d'obtenir le chlorure hydraté liquide en le maintenant surfondu dans son eau de cristallisation, puis d'ajouter ensuite les quantités d'eau déterminées. Il faut avoir soin de faire couler cette eau très-doucement, de manière à former deux couches superposées que l'on mélange ensuite. Si l'eau arrive brusquement, elle fait le plus souvent cristalliser le sel avant de le dissoudre, de telle sorte que celui-ci abandonne de la chaleur en se solidifiant et la reprend ensuite, ce qui enlève de la netteté

à l'expérience. On trouve, pour la variation de chaleur qui accompagne la dissolution de 1 équivalent de chlorure hydraté surfondu :

Dans	6 équivalents d'eau	....	$+1754^{cal}$
Dans	9	»	$+1997$
Dans	12	»	$+2111$
Dans	16	»	$+2192$

» En ajoutant la même quantité d'eau d'une seule fois, il se dégage $+2179$ calories. Le chlorure hydraté liquide se comporte donc bien comme le chlorure anhydre, dissous dans la même quantité d'eau; les échauffements déterminés par l'addition d'un poids donné d'eau dans l'une des solutions sont identiques à ceux que cette même quantité d'eau détermine dans l'autre. Ce nombre $+2192 = q$ représente la chaleur de dissolution d'un équivalent de chlorure hydraté dans un excès d'eau à 12 degrés; en la retranchant du nombre $\mathfrak{Q}$ précédemment trouvé, on obtient pour la chaleur latente de fusion du sel hydraté $l = -4345^{cal}$ par équivalent. Ce nombre l peut se déterminer directement en se servant de la solution surfondue de chlorure hydraté, que l'on fait cristalliser à l'aide d'un fragment de ce sel; on trouve, par cette méthode, $l = -4377^{cal}$.

» On peut maintenant diviser en plusieurs phases le phénomène de la dissolution du chlorure anhydre dans l'eau : 1° le sel anhydre et solide se combine d'abord à de l'eau, sans changer d'état, pour former l'hydrate solide $CaCl, 6HO$; en même temps, le poids p d'eau qui se combine au sel passe de l'état liquide à l'état solide, en cédant $p\lambda$ calories, et il s'en dégage A, qui résultent de la combinaison du sel anhydre avec cette eau; 2° le chlorure hydraté $CaCl, 6HO$ se liquéfie, ce qui absorbe l calories; 3° enfin, le sel se dissout dans l'eau, en cédant q unités de chaleur; on a donc, pour le résultat total observé,

$$\mathfrak{Q} = p\lambda + A - l + q.$$

Or, $p\lambda = 54.79,25 = 4279,5$: l et q sont connus par les expériences; on en déduit

$$+7948 - 4279 + 4377 - 2179 = A = +5867 :$$

telle est la quantité de chaleur que dégage l'hydratation d'un équivalent de chlorure de calcium anhydre à 12 degrés.

» Une fois déterminées pour un sel les quantités l et q, ainsi que ses chaleurs spécifiques à l'état solide et à l'état liquide c et c', il est facile de

déterminer la température que l'on obtient en dissolvant le sel dans une certaine quantité d'eau. Ainsi, en prenant parties égales en poids de chlorure de calcium hydraté et d'eau, à zéro tous deux, et admettant, ce qui est très-près de la vérité, que la chaleur spécifique de la solution est la moyenne de celle de l'eau et du sel à l'état liquide, on trouve comme résultat de l'abaissement de température dû à la dissolution $t = -14°$. En prenant les deux substances, eau et sel, à 15 degrés, on trouve $t = -0°,6$. L'expérience vérifie très-sensiblement ces deux résultats.

» On peut évaluer d'une manière analogue la température d'un mélange réfrigérant; ainsi, par exemple, en considérant le mélange de 4 parties de CaCl, 6HO et de 3 de neige, le sel étant pris à 15 degrés, la neige à zéro, on peut calculer, à l'aide des éléments précédents, quelle sera la température quand le mélange aura fondu aux trois quarts : on trouve — 46 degrés. Or M. Person a trouvé que ce mélange, qui suffit pour solidifier le mercure, descend à $-48°,5$. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Application du fil de palladium au dosage des hydrocarbures mêlés en petite proportion dans l'air.* Note de M. **Coquillion.**

« Pour doser de petites quantités d'hydrogène ou de carbure d'hydrogène mélangées à l'air, on a été obligé jusqu'ici, dans les laboratoires, d'ajouter à ces gaz un mélange détonant. On produit alors une explosion qui détermine la combinaison totale de l'oxygène de l'air avec l'hydrogène et avec les carbures. Je propose de substituer à cette méthode celle qui consiste à chauffer au rouge blanc un fil de palladium : les moindres traces d'hydrogène ou de carbures d'hydrogène seront brûlées, sans qu'il soit besoin de faire intervenir un mélange détonant.

» Pour ramener toutes les mesures à la même température et à la même pression, j'ai opéré sous le mercure avec la pipette et la cuve Doyère, munie de son régulateur. Le gaz carburé était mesuré avec soin, dans un tube étroit où chaque centimètre cube était divisé en 10 parties égales; les divisions étaient assez espacées, de sorte qu'on pouvait évaluer approximativement les centièmes de centimètre cube; l'air était également mesuré dans un tube portant les mêmes graduations. Après avoir fait la lecture des gaz séparés, air et hydrogène carboné, je faisais la lecture des gaz mélangés, qui devait être égale à la somme des gaz mesurés.

» Pour opérer la combustion sous le mercure, une fois le mélange des gaz fait, j'ai employé une disposition que je dois à l'obligeance de M. Friedel. Je me suis servi d'un tube en U, analogue à celui de la pipette Doyère; ce tube était traversé par un fil de platine d'assez gros diamètre; l'un des bouts pouvait se rattacher à l'un des pôles d'une pile Bunsen,

tandis que l'autre bout était soudé à la deuxième branche du tube et en dépassait l'extrémité d'un centimètre environ ; il portait enroulé un fil de palladium, dont le diamètre était de $\frac{1}{4}$ de millimètre et la longueur de 5 à 6 centimètres. Ce fil descendait le long du tube en verre, puis s'enroulait sur cette branche.

» Dès lors, ce tube en U pouvait être introduit dans le tube de verre gradué contenant le mélange gazeux à analyser, absolument comme l'extrémité de la pipette Doyère elle-même ; quand la partie supérieure du fil de palladium était dans le gaz, que sa partie inférieure touchait au mercure, le courant de la pile pouvait passer par ce fil, dès qu'on plongeait le second pôle dans le bain de mercure ; en relevant plus ou moins le tube, on pouvait allonger ou diminuer la portion du fil de palladium située hors du bain, et, par suite, produire l'incandescence la plus convenable, sans toutefois faire fondre le fil.

» En expérimentant dans ces conditions, un premier point est à noter : si, au lieu d'amener le fil au rouge blanc, on ne fait que l'amener au rouge sombre, on n'observe qu'une faible diminution de gaz, et cette diminution a lieu également dans l'air; c'est le fil de palladium qui s'oxyde et devient bleu ; cette oxydation se détruit au rouge blanc ; car, dans l'air, le volume gazeux redevient le même. Il est donc indispensable, pour brûler les carbures, d'opérer au rouge-cerise voisin du rouge blanc. Dans ces conditions, j'ai opéré sur trois carbures, l'hydrure de méthyle C^2H^4, l'éthylène C^4H^4 et l'acétylène C^4H^2. J'ai fait un assez grand nombre d'expériences : je me contente, pour l'hydrure de méthyle, de citer les deux suivantes, qui ont été vérifiées par M. Friedel dans son laboratoire de l'École des Mines.

C^2H^4	1,3	1,68
Air	85,75	19,8
Total lu	87,05	21,5
Prise du mélange	20,2	.....
Après Pd	19,6	18,12
Résidu théorique	19,6	18,16
Après KO	19,3	16,4
Résidu théorique	19,3	16,48

» Dans le premier cas, la proportion de gaz en centièmes est 0,3; dans le second 7,8 pour 100 : ce dernier cas est celui d'un mélange détonant, et je n'ai obtenu ni soubresaut ni détonation; quant aux petites erreurs de cette seconde expérience, elles se confondent avec les erreurs de lecture.

» En opérant de même avec l'éthylène et l'acétylène, j'ai obtenu des résultats qui coïncident avec les résultats théoriques, de sorte que l'on peut dire que la méthode est générale. Je dois seulement ajouter que, dans le cas des deux derniers gaz, j'ai obtenu de violents soubresauts que je n'obtenais pas avec C^2H^4.

» J'ai comparé, dans une seconde série d'expériences, les résultats obtenus sous la cuve Doyère avec ceux que donnent mes appareils *grisoumètres* et *carburomètres*; en prenant des précautions convenables, j'ai trouvé que mes erreurs ne dépassaient pas 2 millièmes, en attendant cinq à sept minutes pour le refroidissement du gaz.

» Je me borne à citer l'une de ces expériences :

	cc
Air....	30,0
C^2H^4..............	1,4
Total lu.	31,4

Proportion du gaz, en centièmes....................			4,4
Indication du grisoumètre, au bout de	3	minutes...	4,2
»	5	»	4,3
»	6	»	4,4
»	10	»	4,7

» C'est au bout de six minutes que les résultats théoriques coïncident avec les résultats pratiques; dans d'autres cas, c'est au bout de sept minutes, mais les différences sont faibles. De son côté, le *grisoumètre portatif*, alimenté par un élément Planté, n'exige que deux à trois minutes pour une opération : il peut en donner 15 à 20 de suite; il fonctionne avec une précision que je ne soupçonnais pas au début. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions de M.* Weierstrass *suivant les puissances croissantes de la variable.* Note de M. **Désiré André**, présentée par M. Hermite.

« Les quatre fonctions dues à M. Weierstrass et représentées d'ordinaire par les notations $\mathrm{Al}(x)$, $\mathrm{Al}_1(x)$, $\mathrm{Al}_2(x)$, $\mathrm{Al}_3(x)$ sont, on le sait, développables suivant les puissances croissantes de la variable x; la seconde est une fonction impaire, les trois autres sont des fonctions paires : on peut donc poser

$$\mathrm{Al}(x) = P_0 - P_1\frac{x^2}{2!} + P_2\frac{x^4}{4!} - P_3\frac{x^6}{6!} + \ldots,$$

$$\mathrm{Al}_1(x) = Q_0\frac{x}{1} - Q_1\frac{x^3}{3!} + Q_2\frac{x^5}{5!} - Q_3\frac{x^7}{7!} + \ldots,$$

$$\mathrm{Al}_2(x) = R_0 - R_1\frac{x^2}{2!} + R_2\frac{x^4}{4!} - R_3\frac{x^6}{6!} + \ldots,$$

$$\mathrm{Al}_3(x) = S_0 - S_1\frac{x^2}{2!} + S_2\frac{x^4}{4!} - S_3\frac{x^6}{6!} + \ldots.$$

» Les quantités P_n, Q_n, R_n, S_n sont d'ailleurs des polynômes entiers en k^2, de façon que l'on peut poser encore

$$\begin{aligned}
P_n &= p_{n,0} + p_{n,1}k^2 + p_{n,2}k^4 + p_{n,3}k^6 + \ldots,\\
Q_n &= q_{n,0} + q_{n,1}k^2 + q_{n,2}k^4 + q_{n,3}k^6 + \ldots,\\
R_n &= r_{n,0} + r_{n,1}k^2 + r_{n,2}k^4 + r_{n,3}k^6 + \ldots,\\
S_n &= s_{n,0}k^{2n} + s_{n,1}k^{2n-2} + s_{n,2}k^{2n-4} + s_{n,3}k^{2n-6} + \ldots.
\end{aligned}$$

» Je me suis proposé de déterminer la forme générale, qui me semblait encore inconnue, des coefficients $p_{n,t}$, $q_{n,t}$, $r_{n,t}$, $s_{n,t}$, regardés comme des fonctions de n, l'indice t étant supposé constant. Dans un Mémoire, que je compte publier bientôt, j'ai traité ce problème en détail, et je pense l'avoir résolu.

» La méthode que je suis dans ce Mémoire me paraît simple et rapide : des équations différentielles auxquelles satisfont les fonctions de M. Weierstrass, je tire une première forme des coefficients; par la considération des relations existant entre les fonctions de M. Weierstrass et les fonctions elliptiques, je simplifie notablement cette première forme : voilà le résumé de la méthode. Quant aux résultats que j'obtiens, ce sont les suivants :

» 1° *Les coefficients $p_{n,t}$, $q_{n,t}$, $r_{n,t}$, $s_{n,t}$, regardés comme des fonctions de n seulement, constituent chacun le terme général d'une série récurrente proprement dite.*

» 2° *La série récurrente ayant le coefficient $p_{n,t}$ pour terme général admet l'équation génératrice*

$$\prod_{1}^{\eta}{}_{\tau}[z - (2\tau)^2]^{2t-2\tau^2+1} = 0;$$

les séries qui ont pour termes généraux respectifs les coefficients $q_{n,t}$, $r_{n,t}$, $s_{n,t}$ admettent chacune l'équation génératrice

$$\prod_{0}^{\eta}{}_{\tau}[z - (2\tau+1)^2]^{2t-2\tau^2-2\tau+1} = 0,$$

η représentant, dans la première de ces équations, la partie entière de $\sqrt{t}$, et, dans la seconde, la partie entière de $\frac{1}{2}(-1 + \sqrt{4t+1})$.

» 3° *Les formes générales des coefficients considérés, lesquelles se déduisent immédiatement des équations génératrices qui précèdent, sont données, pour*

$p_{n,t}$, par la formule

$$p_{n,t} = \sum_{1}^{\tau} \xi_\tau(n)[(2\tau)^2]^n,$$

pour $q_{n,t}$, $r_{n,t}$, $s_{n,t}$, par la formule

$$q_{n,t} = \sum_{0}^{\eta} \xi_\tau(n)[(2\tau+1)^2]^n,$$

η ayant, dans ces deux formules, les mêmes significations que dans les équations génératrices correspondantes qui précèdent, et $\xi_\tau(n)$ représentant un polynôme entier en n, du degré $2t - 2\tau^2$ dans la première formule, et du degré $2t - 2\tau^2 - 2\tau$ dans la seconde. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Note sur les lésions du système nerveux dans la paralysie diphthéritique;* par M. J. **Dejerine** (1), présentée par M. Vulpian.

« Si, au point de vue clinique, la paralysie diphthéritique est assez bien connue, il n'en est pas de même au point de vue anatomo-pathologique; les notions les plus diverses ont encore cours sur la pathogénie de cette affection.

» Nous avons eu l'occasion de faire, à l'hôpital Sainte-Eugénie, l'autopsie de cinq cas de paralysie diphthéritique et, dans les cinq cas, nous avons trouvé des lésions constantes et semblables du côté de la moelle et du côté des racines antérieures.

» L'examen des racines a été fait à l'état frais et de la façon suivante :

» La moelle enlevée, la dure-mère est incisée sur ses deux faces; les racines antérieures et postérieures sont plongées pendant vingt-quatre heures dans une solution d'acide osmique à $\frac{1}{100}$, lavées à l'eau distillée, puis traitées par le picrocarmin, l'hématoxyline, la purpurine; l'examen des racines, dans chacun des cinq cas, a porté sur *toutes* les racines.

» *Racines antérieures.* — Sur chaque préparation, nous avons observé des tubes nerveux, altérés de la façon la plus nette; au lieu de se présenter comme des tubes normaux, sous forme de filaments noirâtres, entrecoupés de distance en distance par les étranglements interannulaires avec un noyau unique pour chaque segment, ces tubes présentaient les altérations

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

caractéristiques de la névrite. Aspect moniliforme, causé par la fragmentation en gouttelettes de la myéline; ces gouttelettes, réunies en certains points de la gaîne de Schwann, la distendent à ce niveau : sur ces tubes, le cylindre-axe avait complétement disparu, les noyaux de la gaîne étaient beaucoup plus nombreux qu'à l'état normal, parfois disposés en séries linéaires, et, entre les amas de myéline, le protoplasma du tube nerveux, fortement augmenté de volume, remplissait la gaîne de Schwann.

» Ces lésions se rencontraient sur une assez forte proportion de tubes nerveux, dans chaque préparation, et elles étaient d'autant plus avancées, que la paralysie avait duré plus longtemps.

» Les nerfs intra-musculaires dans deux cas, les seuls dont nous ayons pu examiner les muscles, présentaient les mêmes altérations.

» Ces altérations des racines antérieures ont été constatées dans nos cinq observations; dans deux cas, où la paralysie n'occupait que les membres supérieurs, elles ne se trouvaient qu'à la région cervicale et dorsale supérieure; dans les trois autres, où la paralysie était généralisée, elles s'observaient dans toutes les racines antérieures de chaque moelle.

» *Racines postérieures.* — Nous n'avons jamais constaté d'altérations appréciables des racines postérieures.

» *Lésions médullaires.* — Ces lésions, comme celles des racines, ont été constantes. Disparition d'un grand nombre de cellules dans les cornes antérieures. Multiplication très-nette des noyaux de la névroglie dans la substance grise. Inflammation des parois des vaisseaux, diapédèse, rupture de leurs parois et hémorrhagie.

» En résumé, les lésions constatées sont celles de la myélite commune, à la fois parenchymateuse et interstitielle, portant uniquement sur la substance grise; les cordons latéraux, antérieurs et postérieurs, ne nous ont pas présenté d'altérations. Les lésions étaient en rapport direct avec la durée et l'intensité de la paralysie.

» Jusqu'à une époque très-rapprochée de nous, les autopsies ayant été négatives, on a cherché ailleurs que dans le système nerveux les causes de la paralysie diphthéritique (théories du poison diphthéritique et de l'asthénie). En 1862, MM. Charcot et Vulpian publièrent un cas de paralysie du voile du palais avec lésion des nerfs palatins. MM. Lorain et Lépine, Liouville observèrent des cas analogues.

» La lésion des racines antérieures que nous avons observées n'a été, à notre connaissance du moins, décrite nulle part; du reste, on le sait, l'introduction de l'acide osmique en histologie est de date récente, et nous

doutons que l'on puisse constater cette lésion sans le secours de ce réactif : c'est la conclusion à laquelle nous amènent de nombreuses recherches sur les nerfs.

» La plupart des examens de la moelle, publiés jusqu'à ce jour sur le sujet qui nous occupe, sont négatifs (Hermann Weber, Sanné) ou disparates entre eux (Bühl, Oertel, Pierret).

» M. Vulpian a observé tout récemment, dans deux cas, une raréfaction du tissu conjonctif de la partie postérieure des cornes antérieures, et une légère modification des cellules dont on observait moins bien les noyaux.

» Les lésions inflammatoires, très-nettes, de la substance grise de la moelle épinière, que nous avons constatées dans nos recherches, ne nous paraissent avoir été décrites nulle part.

» *Conclusions.* — Dans la paralysie diphthéritique, il existe une atrophie des racines antérieures. Cette atrophie des racines est consécutive à la destruction des cellules des cornes antérieures de la moelle épinière, par un processus analogue à celui de la myélite. »

GÉODÉSIE. — *Orographe destiné au levé des montagnes.* Note de M. F. SCHRADER, présentée par M. Daubrée.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une carte géographique du mont Perdu, et l'instrument qui m'a servi à l'obtenir.

» Cet instrument, que j'emploie depuis 1872 dans mes relèvements des Pyrénées espagnoles, et auquel j'ai donné le nom d'*orographe*, est destiné à reproduire le pourtour de l'horizon par une opération automatique, en anamorphosant cet horizon, de telle sorte que les angles verticaux et les angles horizontaux se trouvent projetés sur le même plan.

» Considérant l'horizon comme un cylindre dont j'occupe l'axe en un point quelconque, je transforme ce cylindre en plan circulaire et je donne ainsi aux génératrices la forme de rayons, tandis que les cercles superposés, sur lesquels j'aurai à mesurer mes angles zénithaux, se disposent en cercles concentriques.

» Pour obtenir mécaniquement cet anamorphose par le seul fait d'une visée dirigée vers chaque point de l'horizon, j'ai imaginé d'élever au centre d'un plateau circulaire un axe vertical portant un manchon qui peut tourner autour de lui à frottement doux. Sur le sommet du manchon se trouve fixée une lunette dont les mouvements de bascule dans le sens vertical se transmettent, par un arc de cercle et par une crémaillère horizontale, à un

crayon ou à un stylet qui transforme ces mouvements de bascule en mouvements d'avant et d'arrière. Je passe sous silence les dispositions de détail destinées à rendre l'instrument délicat ou pratique.

» Si ma lunette décrit un cercle autour de l'horizon, mon stylet décrira un cercle correspondant sur le plateau, les rayons de ce cercle prenant la place des sections verticales du cylindre idéal qui m'entoure. Si, au contraire, la lunette s'élève ou s'abaisse, le tracelet viendra laisser une marque à une distance plus ou moins grande de l'axe central, et la mesure de cette distance sera facile à prendre de la manière suivante :

» Ayant fixé un niveau à bulle d'air sur le manchon qui tourne autour de cet axe central, ayant d'autre part tracé des degrés et fixé un vernier sur le limbe de l'arc de cercle qui transmet le mouvement, je n'ai qu'à ramener mon limbe et mon niveau dans une position telle que la lunette soit rigoureusement horizontale, puis je fais décrire un tour à l'appareil autour de l'axe vertical.

» Si mon plateau porte une feuille de papier qui reçoive le tracé du chemin parcouru par le stylet, il se produira sur ce papier un cercle sur lequel viendront se profiler ensuite tous les points situés autour de moi sur l'horizontale.

» Cela fait, je vise avec ma lunette les différents points de l'horizon, et, à mesure que leurs contours sont rencontrés par le centre de la croisée de fils de ma lunette, ces mêmes contours se reproduisent fidèlement sur le papier de mon plateau. A tous les points importants je m'arrête, j'imprime à la lunette plusieurs balancements verticaux entrecoupés de balancements horizontaux passant tous par le point visé, et j'obtiens une moyenne en forme de croix, qui restreint mes chances d'erreur dans la proportion du nombre d'observations successives.

» Mon cercle d'horizon achevé et vérifié par le seul fait que le départ concorde avec l'arrivée, j'en complète l'esquisse de façon à obtenir une reproduction complète de mon horizon. J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un cercle orographique obtenu de la sorte sur le sommet du pic de Cortiella, en Aragon.

» A peine ai-je besoin d'indiquer à l'Académie que, pour transformer de tels cercles orographiques en une carte, je n'ai qu'à les orienter sur une base connue, puis à mener des rayons par les différents points de la circonférence. Les intersections de rayons aboutissant à un même point par plusieurs cercles différents me donnent le lieu de ce point, dont l'altitude est facile à déduire de la distance et de l'angle zénithal.

» La carte que je présente à l'Académie n'était qu'un essai; sous peu, j'aurai l'honneur de lui soumettre une carte plus étendue et plus détaillée, embrassant environ 1200 kilomètres carrés de montagnes, relevées directement sur le terrain, entre le rio Ara, la frontière française, le rio Cinquetta et le rio Cinca, dans les Pyrénées de l'Aragon. »

GÉOLOGIE. — *Sur le plissement des couches lacustres d'Auvergne dans la Limagne centrale et ses conséquences.* Note de M. **L'Olivier**, présentée par M. Daubrée.

« Ces couches lacustres, contemporaines de l'époque éocène, se composent, de bas en haut, d'arkoses et de sables quartzeux, d'alternances de marnes et de calcaires que caractérisent successivement les *Potamides Lamarcki*, les *Lymnées* et les *Planorbes*, puis les *Helices Ramondi;* des sables calcaires, accidentellement intimement mélangés de cendres volcaniques; puis enfin les calcaires à *Phryganes*, si nous omettons des wackites basaltiques, des alloïtes et des peperinos qui en émergent en plusieurs points.

» Ces dépôts sont loin d'avoir conservé la position qu'ils avaient lors de leur formation; ils ont subi une série de modifications importantes que je vais essayer de résumer.

» Si l'on en parcourt, en effet, les divers étages, on constate tout d'abord que les couches antérieures aux calcaires à Hélices, quoique toutes dirigées du nord au sud, plongent alternativement à l'est et à l'ouest, et, en rapprochant de nombreuses observations, j'ai constaté qu'on était en présence d'un plissement nettement caractérisé, dont les crêtes ont été peu à peu enlevées par les dénudations qui nivelèrent postérieurement la plaine. Les lignes anticlinales que j'ai relevées passent en projection, l'une par le village de Lempdes, l'autre à 6 kilomètres environ vers l'est; les lignes synclinales par le puy de la Poix et le village de Dallet.

» Deux étages géologiques nettement caractérisés, celui des calcaires concrétionnés dont on suit l'affleurement sur une longue étendue, et le toit des sables quartzeux qu'ont atteint divers sondages et puits d'extraction, m'ont guidé dans cette étude, que rendaient difficile les alluvions récentes qui recouvrent la formation.

» Partout les altitudes constatées ont concordé avec celles qu'indiquait la coupe que j'en ai déduite.

» Les calcaires à Hélices et les strates plus récentes, très-limitées en

étendue dans la Limagne centrale, y sont en stratification discordante avec les couches dont je vais m'occuper, et partant sont donc postérieures à leur plissement.

» Parmi les substances minérales que nous rencontrons dans cette formation se trouvent des hydrocarbures plus ou moins volatils, selon les échantillons que l'on examine, et passant parfois à un véritable pisasphalte. Nous les retrouvons, abstraction faite de quelques amas irréguliers, dans les arkoses et les sables quartzeux, qui en renferment les gisements les plus riches et les plus puissants ; les bancs de calcaire lacustre concrétionné, les calcaires à Hélices et enfin dans les sables qui les recouvrent.

» Pendant longtemps nombre de géologues ont considéré comme des amas isolés les points où affleurent ces couches, ou les wackites et les peperinos en contact immédiat avec elles, qu'avaient pénétrées leurs émanations bitumineuses. Un plissement une fois constaté, des relations très-nettes s'établissent immédiatement entre eux, et je crois pouvoir en conclure non-seulement l'identité entre les couches d'arkoses qui affleurent sur le bord occidental du bassin et les sables quartzeux exploités à Lussat et au domaine de Cœur, près de Ménétrol, mais aussi la continuité de l'ensemble du bassin bitumineux, partout où les hydrocarbures condensés n'ont pas été partiellement ou totalement détruits lors des éruptions volcaniques.

» La présence du bitume dans les fissures qui subdivisent les roches en contact avec les couches lacustres, et la composition particulière des nappes d'eau souterraines, fortement empyreumatiques, impropres même, pour la plupart, aux usages industriels, sont autant d'indices nouveaux de cette continuité. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence du sol et des forêts sur le climat. Températures des couches d'air au-dessus du massif; conséquences au point de vue de la végétation. Effets des courants provenant des différences de température sous bois et hors bois.* Note de M. **Fautrat.**

« Au nombre des causes locales, de nature à influer sur la température et sur le climat d'un lieu, il faut en première ligne placer le sol et les forêts.

» Les déterminations thermométriques ci-jointes, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, donnent la mesure de ces influences.

I. — Températures a $1^m,40$ du sol.

Forêt d'Halatte.

Mois d'observations.	Bois feuillus, altitude 108m. Moyenne des minima, sous bois.	Moyenne des minima, hors bois.	Moyenne des maxima, sous bois.	Moyenne des maxima, hors bois.	Demi-somme des min. et max., sous bois.	Demi-somme des min. et max., hors bois.	Différence.
	°	°	°	°	°	°	°
Septembre 1876	9,5	9,0	18,5	19,7	14,0	14,3	— 0,30
Octobre	9	8,8	15,6	16,1	12,3	12,4	— 0,10
Novembre	2,4	2,3	10,3	10,3	6,3	6,3	»
Décembre	3,6	3,9	9,1	9,1	6,2	6,5	— 0,30
Janvier 1877	2,3	2,5	8,7	8,6	5,5	5,5	»
Février	2,7	2,8	8,8	8,7	5,7	5,7	»
Mars	0,4	0,6	8,8	8,7	4,6	4,6	»
Avril	3,3	3,5	15,1	14,7	9,2	9,1	+ 0,10
Mai	5,4	3,4	15,4	15,8	10,4	10,6	— 0,20
Juin	11,3	10,7	23,3	25,4	17,3	18	— 0,70
Juillet	11,1	10,5	21,1	23,3	16,1	16,9	— 0,80
Août	11,9	11,1	21,9	23,4	16,9	17,2	— 0,30
Septembre	6,3	5,6	16,4	18,5	11,3	12	— 0,70
Octobre	4,1	3,6	13,7	14,4	8,9	9	— 0,10

Forêt d'Ermenonville.

Mois d'observations.	Bois résineux, altitude 92m. Moyenne des minima, sous bois.	Moyenne des minima, hors bois.	Moyenne des maxima, sous bois.	Moyenne des maxima, hors bois.	Demi-somme des min. et max., sous bois.	Demi-somme des min. et max., hors bois.	Différence.
	°	°	°	°	°	°	°
Septembre 1876	7,8	8,3	18,4	20,1	13,10	14,2	— 1,10
Octobre	8,5	8,8	15,9	17,3	12,20	13,1	— 0,90
Novembre	1,6	1,8	10,0	11,10	5,80	6,4	— 0,60
Décembre	4,1	4,2	8,6	9,4	6,30	6,8	— 0,50
Janvier 1877	2,3	2,6	8,9	10,0	5,60	6,3	— 0,70
Février	2,1	2,4	8,2	9,9	5,10	6,1	— 1,00
Mars	0,3	0,6	8,5	9,7	4,40	5,1	— 0,70
Avril	3,0	3,3	14,6	16,1	8,80	9,7	— 0,90
Mai	5,0	5,5	15,3	17,0	10,10	11,2	— 1,10
Juin	10,30	10,50	24,7	26,4	17,50	18,4	— 0,90
Juillet	9,8	10,10	22,4	24,4	16,10	17,20	— 1,10
Août	10,2	10,4	22,5	24,8	16,30	17,80	— 1,50
Septembre	4,1	5,3	16,5	18,5	10,3	11,90	— 1,60
Octobre	3,0	3,3	14,1	15,5	8,5	9,4	— 0,9

» L'action frigorifique de la forêt est telle que l'indiquaient les observations précédentes : très-manifeste pendant la saison chaude, abaissant en juin et juillet la température de 0°,7, 0°,8 sous les bois feuillus, et refroidissant les couches d'air sous les pins de 1°,10, 0°,9, 1°,10, 1°,50, 1°,60 en mai, juin, juillet, août et septembre.

» Si l'on compare les déterminations faites en plaine aux deux stations d'Halatte et d'Ermenonville, distantes entre elles de 8 kilomètres, situées la première à l'altitude de 108 mètres, la seconde à l'altitude de 92 mètres, on remarque qu'en moyenne les températures maxima d'Halatte diffèrent de plus de 1 degré en moins de celles d'Ermenonville, malgré les effets réfrigérants des pins. La différence d'altitude n'est pas suffisante pour expliquer ce fait; il faut l'attribuer au sol d'Ermenonville, formé par des sables blancs à gros grains, que les rayons solaires réchauffent promptement, tandis qu'à la station d'Halatte les sables à grains très-fins, reliés par un ciment d'argile et de fer, ont un moindre pouvoir absorbant. On peut donc affirmer, avec de Humboldt, que les *sables purs* élèvent la température d'un lieu, et que les *grandes forêts* tendent à l'abaisser.

II. — Températures à 14^m du sol.

Mois d'observation.	Bois feuillus.						Bois résineux.					
	Moyenne des minima			Moyenne des maxima			Moyenne des minima			Moyenne des maxima.		
	au-dessus du massif.	en dehors.	Différence.	au-dessus du massif.	en dehors.	Différence.	au-dessus du massif.	en dehors.	Différence.	au-dessus du massif.	en dehors.	Différence.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Sept. 1876......	10,3	10,2	0,1	19,2	19,2	»	8,5	9,1	−0,6	19,3	18,9	+0,4
Octobre........	9,5	9,7	−0,2	15,9	16,1	−0,2	9,0	9,3	−0,3	17,1	16,4	+0,7
Novembre.......	3,3	3,3	»	10	9,9	0,1	2,1	2,3	−0,2	10,7	10,5	+0,2
Décembre	4,4	4,3	0,1	9,4	9,3	0,1	1,2	4,5	−0,3	9,3	9,0	+0,3
Janvier 1877....	3,2	3,2	»	8,9	8,8	0,1	»	3,1	»	»	»	»
Février.........	3,7	3,7	»	9,0	8,9	0,1	2,3	2,8	−0,5	9,7	9,4	+0,3
Mars...........	1,4	1,4	»	8,5	8,2	0,3	0,7	1,3	−0,6	9,2	8,9	+0,3
Avril...........	4,5	4,5	»	14,4	14,1	0,3	3,3	4,1	−0,8	15,7	15,0	+0,7
Mai............	6,1	6,1	»	15,4	15,2	0,2	5,5	6,0	−0,5	16,2	16,0	+0,2
Juin.......... ...	11,7	11,8	−0,1	24,7	24,8	−0,1	10,8	11,2	−0,4	25,6	25,3	+0,3
Juillet	11,9	12,0	−0,1	22,5	22,6	−0,1	10,3	10,9	−0,6	23,4	23,2	+0,2
Août...........	22,3	12,4	−0,1	23,0	23,1	−0,1	10,9	11,2	−0,3	23,9	23,7	+0,2
Septembre......	7,1	7,3	−0,2	17,5	17,5	»	5,4	5,9	−0,5	17,6	17,4	+0,2
Octobre........	5,1	5,3	−0,2	14,4	14,2	0,2	3,7	4,4	−0,7	15,2	15,1	+0,1

» Des observations recueillies au-dessus du massif et en dehors, à la même altitude, se dégagent les faits déjà constatés en 1875 et 1876.

» 1° *Bois feuillus.* — Pendant la durée de la végétation, en juin, juillet, août, l'arbre, en puisant sa nourriture dans l'atmosphère, produit un mouvement qui se reflète dans l'air, par un léger abaissement de température.

» 2° *Bois résineux.* — Au-dessus des pins, pendant le jour, on remarque constamment une élévation de température, provenant de la chaleur solaire que retiennent les vapeurs enveloppant la cime des arbres. C'est à ce milieu humide et chaud qu'il faut attribuer la vigueur de végétation des bois résineux sur les sols les plus pauvres.

III. — Différence entre les températures moyennes a $1^m,40$ et 14 mètres du sol.

Mois d'observations.	Bois feuillus. Températures moyennes à 1m,40 du sol.	à 14m du sol.	Différ.	Hors bois. Températures moyennes à 1m,40 du sol.	à 14m du sol.	Différ.	Bois résineux. Températures moyennes à 1m,40 du sol.	à 14m du sol.	Différ.	Hors bois. Températures moyennes à 1m,40 du sol.	à 14m du sol.	Différ.
Sept. 1876.....	14°,0	14°,7	−0°,7	14°,3	14°,7	−0°,4	13°,1	13°,9	−0°,8	15°,2	14°,0	+0°,2
Octobre.......	12,3	12,7	−0,4	12,4	12,9	−0,5	12,2	13,0	−0,8	13,1	12,8	+0,3
Novembre.....	6,3	6,6	−0,3	6,3	6,6	−0,3	5,8	6,4	−0,6	6,4	6,4	»
Décembre......	6,2	6,9	−0,7	6,5	6,8	−0,3	6,3	6,7	−0,4	6,8	6,7	+0,1
Janvier 1877...	5,5	6,0	−0,5	5,5	6,0	−0,5	»	»	»	»	»	»
Février........	5,7	6,7	−1,0	5,7	6,7	−1,0	5,1	6,6	−0,9	6,1	6,1	»
Mars..........	4,6	4,9	−0,3	4,6	4,8	−0,2	4,4	4,9	−0,5	5,1	5,1	»
Avril..........	9,2	9,4	−0,2	9,1	9,3	−0,2	8,8	9,5	−0,7	9,7	9,5	+0,2
Mai...........	10,4	10,7	−0,3	10,6	10,6	»	10,1	10,8	−0,7	11,2	11,0	+0,2
Juin..........	17,3	18,2	−0,9	18,0	18,3	−0,3	17,5	18,2	−0,7	18,4	18,2	+0,2
Juillet.......	16,1	17,2	−1,1	16,9	17,3	−0,4	16,1	16,8	−0,7	17,2	17,0	+0,2
Août..........	16,9	17,6	−0,7	17,2	17,7	−0,5	16,3	17,4	−1,1	17,8	17,4	+0,4
Septembre.....	11,3	12,3	−1,0	12,0	12,4	−0,4	10,3	11,5	−1,2	11,9	11,6	+0,3
Octobre.......	8,9	9,7	−0,8	9,0	9,7	−0,7	9,2	9,4	−0,2	9,4	9,7	−0,3

» Par suite des différences de température observées sous bois et hors bois, sous le massif et au-dessus de la cîme des arbres, il s'établit en forêt un courant de bas en haut, et autour des bois des courants latéraux, du massif à la plaine. Ces courants amènent, pendant l'été, une brise salutaire.

» Le courant ascendant entraîne au-dessus de la forêt les vapeurs du sol, met en communication le sol et les nuages, remplit l'office de paratonnerre, et c'est à lui, sans doute, que les forêts doivent cette propriété remarquable d'éloigner de leur milieu les orages à grêle. »

M. Fr. Garcin adresse une Note « Sur les propriétés désinfectantes des substances cellulosiques, carbonisées par l'acide sulfurique concentré ».

« Le bois, le papier, les chiffons, etc., ayant été plongés quelques instants dans l'acide sulfurique concentré, se transforment en une substance noire, qui n'est pas du carbone pur; elle retient encore de l'hydrogène et se rapprocherait des produits humiques : cette substance n'en possède pas moins un pouvoir absorbant et désinfectant notable.

» L'auteur l'a utilisée pour la désinfection intérieure de la futaille vinaire ; il propose de soumettre le bouchon de liége à une opération semblable, de manière à en faire des filtres, etc. »

M. Fr. Garcin adresse une Note sur le mode de natation de la Lymnée.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Milne-Edwards.

M. Vogeli adresse, de Paterson, une Note relative à un procédé pour empêcher la rupture des tuyaux de conduite par la gelée.

M. Boutigny appelle l'attention de l'Académie sur un passage de Varron, d'après lequel, en l'année 1831 avant J.-C., on aurait vu « la planète Vénus changer de diamètre, de couleur, de figure et de cours ».

M. le Secrétaire perpétuel a prié le savant bibliothécaire de l'Institut, M. *Ludovic Lalanne*, de faire quelques recherches au sujet de cette assertion singulière de l'auteur latin. Il résulte de ces recherches que le passage de Varron dont il s'agit nous a été conservé par saint Augustin dans le 21e livre *de la Cité de Dieu*. Suivant ce passage, c'est dans l'historien Castor, du IIe siècle avant l'ère chrétienne, qu'est rapporté le phénomène en question, au sujet duquel on peut lire un Mémoire du savant Fréret dans le tome X, p. 357, des Mémoires de l'ancienne Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

M. Oré demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 25 novembre, et relatif à un procédé pour la conservation du cerveau avec sa forme, son volume et sa couleur.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Immédiatement après avoir ouvert le crâne, j'enlève toutes les membranes, de manière à mettre complétement à nu les circonvolutions et les anfractuosités. Je plonge alors le cerveau, avec le cervelet, dans un vase contenant de l'alcool pur à 90 degrés ; tous les quatre ou cinq jours, je renouvelle l'alcool en totalité, pendant quinze jours.

» Après ce temps, j'enveloppe le cerveau avec des linges fins trempés dans de l'alcool, puis je l'entoure avec des bandes de caoutchouc, et je le place dans une étuve chauffée à 45 ou 50 degrés : je laisse le cerveau ainsi entouré dans l'étuve pendant *seize heures environ*, puis je l'enlève et le dépouille des enveloppes de caoutchouc et de linge.

» Je passe alors des couches successives de vernis au caoutchouc, de manière que tous les points de l'encéphale soient touchés plusieurs fois, et je laisse sécher.

» C'est par ce procédé que j'ai pu arriver à conserver le cerveau que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences.

» *Cerveau préparé par la galvanoplastie.* — J'ai émis l'idée d'appliquer la galvanoplastie à la conservation du cerveau. L'épreuve que je soumets à l'Académie montrera jusqu'à quel point j'ai réussi.

» Mais les divers procédés de galvanoplastie que j'ai employés ne me permettent pas encore de fixer un procédé définitif. Je me contente de dire que je crois être le premier qui ait obtenu ce résultat. »

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 NOVEMBRE 1877.

(SUITE.)

Recherches expérimentales sur les gaz libres intra-artériels; par le Dr COUTY. Sans lieu, ni date; br. in-8°. (Extrait des *Archives de Physiologie.*)

Les fortifications de Paris et les armes nouvelles; par C. GUIMARD. Paris, E. Dentu, 1877; in-18.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1877, 3e et 4e Partie, séances de mai, juin, juillet et août. Paris, au siége de la Société, 1877; in-8°.

Théorèmes nouveaux sur les racines et les transformations de l'équation du troisième degré; par A.-H. FOURNIER. Toulon, impr. Massone, 1877; br. in-8°.

Atlas céleste. Mouvements propres séculaires des étoiles et systèmes stellaires; par C. FLAMMARION. Paris, Gauthier-Villars, carte en une feuille collée sur carte.

Observatoire météorologique et magnétique des PP. de la Compagnie de Jésus à Zi-ka-wei : Magnétisme 1874-1875, publié par le *Journal of the North China Branch of the royal asiatic Society;* 2 br. in-8°.

Recherches sur les principaux phénomènes de Météorologie et de Physique terrestre à l'Observatoire météorologique et magnétique de Zi-ka-wei, près Chang-Haï (Chine); par le R. P. Marc DECHEVRENS. Versailles, impr. Aubert, 1877; in-8°.

Observatoire météorologique et magnétique des PP. de la Compagnie de Jésus à Zi-ka-wei. Bulletin des observations météorologiques de septembre 1874

à décembre 1875, publié par le *Journal of the North China Branch of the royal asiatic Society*. Chang-Haï, sans date; in-8°.

Observatoire magnétique et météorologique des PP. de la Compagnie de Jésus à Zi-ka-wei. Bulletin des observations de 1876. Zi-ka-wei, impr. de la Mission catholique, sans date; in-8°.

Observatoire magnétique et météorologique de Zi-ka-wei. Bulletin des observations; 4e année, nos 29 à 34, janvier à juin 1877. Sans lieu ni date; in-4°.

Dictionarium linguæ Sinicæ latinum, cum brevi interpretatione gallica ex radicum ordine dispositum. Ho-kien-fou, in Missione catholica. S. T., 1877; in-8°.

Intorno ad un opuscolo di Francesco dal Sole. Nota del prof. cav. Pietro Riccardi. Roma, tipogr. delle Scienze matematiche e fisiche, 1877; in-4°.

Atti della Accademia fisico-medico-statistica di Milano; anno accademico 1877. Milano, Bernardoni, 1877; in-8°.

Revista de la Universitad de Madrid. Noviembre, diciembre de 1876, seconda epoca, t. VII, nos 2, 3. Madrid, Aribau y Cia, 1876; 2 livr. in-8°.

Circular n° 9. War department surgeon general's office. Washington, march 1, 1877. *A Report to the surgeon general on the transport of sick and wounded by Pack animals; by* George A. Otis. Washington, government printing office, 1877; in-4°. (Présenté par le baron Larrey.)

The canadian Journal of Science, Literature and History, april 1877. Toronto, Copp, Clark and C°, 1877; in-8°.

Rules and list of members of the royal Society of new South-Wales, 1877. Sydney, Ch. Potter, 1877; in-8°.

On the influence of geological Changes on the Earth's axis of rotation; by G.-H. Darwin. Sans lieu ni date; br. in-4°. (From the *Philosophical Transactions of the royal Society.*)

United States Commission of fish and fisheries, Part III : *Report of the commissionner for* 1873-74 *and* 1874-75. Washington, government printing office, 1876; in-8° relié.

DATES.	BAROMÈTRE À MIDI réduit à zéro. (1)	THERMOMÈTRES du jardin. Minima. (2)	Maxima. (3)	Moyenne. (4)	Moyenne vraie. (5)	Écart de la normale. (6)	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres. (7)	ACTINOMÈTRE. (8)	THERMOMÈTRES du sol. Surface. (9)	à 0m,20. (10)	à 1m,00. (11)	TENSION DE LA VAPEUR. (12)	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE. (13)	UDOMÈTRE (à 1m,80) (14)	ÉVAPOROMÈTRE (15)	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE sans correction locale. (16)	OZONE, en milligrammes par 100 mètres cubes d'air. (17)
	mm	°	°	°	°	°	°		°	°	°	mm		mm	mm	ell	mg
1	766,3	9,1	14,1	11,6	9,7	1,3	10,4	22,2	9,2	11,6	11,3	6,5	74	.	2,4	9,8	0,6
2	760,9	1,8	14,3	8,1	7,4	− 0,9	7,6	38,2	7,8	10,3	11,4	6,1	81	.	1,1	2,3	0,2
3	756,6	5,1	13,7	9,4	9,2	1,0	9,5	13,4	9,1	10,0	11,3	8,1	92	0,0	0,8	0,8	0,3
4	755,0	5,6	13,1	9,4	10,4	2,4	10,2	10,0	10,3	10,2	11,2	7,9	84	0,1	1,0	4,1	0,3
5	754,1	9,7	16,5	13,1	10,7	2,9	10,9	21,1	10,3	10,6	11,1	8,6	89	0,2	1,5	8,8	0,8
6	755,2	6,1	13,3	9,7	11,0	3,4	10,9	6,1	10,7	10,4	11,1	8,7	89	0,0	1,5	1,5	0,7
7	751,3	10,6	13,7	12,2	12,1	4,7	12,2	3,7	11,6	10,9	11,1	9,8	92	2,3	1,1	0,9	0,6
8	753,9	10,6	14,6	12,6	9,9	2,7	10,0	11,6	9,4	11,2	11,1	8,5	92	5,7	0,6	2,7	.
9	753,0	6,3	12,0	9,2	10,3	3,3	10,3	5,5	9,9	10,4	11,1	7,9	84	0,3	2,1	1,0	.
10	747,4	9,8	15,2	12,5	11,5	4,7	11,4	16,0	11,2	10,6	11,1	8,2	81	0,0	3,0	0,6	1,0
11	744,9	7,5	12,9	10,2	10,3	3,7	10,3	13,2	9,6	10,4	11,0	7,8	84	3,4	3,1	0,6	0,9
12	734,4	7,4	10,4	8,9	8,8	2,3	8,7	6,8	8,2	10,1	11,0	7,1	83	2,9	2,7	0,9	1,3
13	743,7	5,7	11,0	8,4	6,9	0,5	7,3	7,8	5,5	9,4	11,0	7,0	94	0,6	1,5	1,0	1,0
14	760,2	1,6	13,1	7,4	5,9	− 0,3	6,0	32,1	6,9	8,7	10,9	6,3	91	0,0	0,5	26,7	0,6
15	767,4	2,0	5,8	3,9	3,6	− 2,6	3,2	6,7	3,8	8,3	10,7	6,0	100	0,2	0,1	30,6	0,6
16	765,1	1,8	(a)	5,4	5,1	− 1,0	4,7	11,7	5,7	7,8	10,5	6,5	98	0,6	0,1	24,9	0,9
17	764,2	(a)	8,9		7,7	1,6	7,7	2,2	7,5	8,2	10,3	7,6	97	0,2	0,3	8,4	0,1
18	760,2	6,9	8,9	7,9	7,3	1,3	7,3	3,8	7,0	8,6	10,1	7,1	94	0,0	0,4	5,9	0,1
19	756,8	5,9	9,5	7,7	7,0	1,0	6,9	11,2	6,5	8,5	10,0	7,0	94	2,6	1,1	5,4	0,3
20	747,3	4,7	8,7	6,7	5,0	− 0,9	5,0	7,8	3,9	8,1	9,9	5,6	85	0,0	1,5	11,6	0,9
21	753,2	2,1	7,7	4,9	6,2	0,3	6,2	6,7	6,0	7,2	9,9	6,2	87	1,7	1,1	5,6	0,6
22	743,0	4,5	13,4	9,0	10,3	4,4	10,3	5,1	9,3	8,0	9,7	7,5	79	5,9	2,5	2,9	0,9
23	750,4	6,2	11,4	8,8	7,5	1,7	7,6	18,4	7,3	8,0	9,6	5,9	76	0,5	2,7	8,9	0,7
24	739,4	4,6	12,7	8,7	8,6	2,8	8,8	4,2	7,8	7,8	9,5	7,5	88	14,5	1,8	1,6	0,8
25	749,0	(2,5)	8,2	(5,4)	4,6	− 1,2	4,9	14,2	4,2	7,5	9,3	4,7	74	1,1	4,5	29,0	0,9
26	756,5	1,3	8,4	4,9	4,3	− 1,4	4,4	18,9	4,6	6,4	9,3	5,2	84	1,0	1,6	1,8	0,7
27	741,4	3,0	13,8	8,4	10,8	5,2	10,7	2,6	10,1	6,9	9,1	8,9	92	6,8	0,7	0,3	1,1
28	741,3	7,3	11,8	9,6	7,1	1,5	.	22,6	7,5	8,1	8,9	6,1	82	0,0	1,6	12,1	0,9
29	733,0	3,5	10,4	7,0	6,0	0,5	.	8,7	5,4	7,4	8,9	6,1	87	0,8	1,5	4,8	1,3
30	738,5	2,9	9,1	6,0	5,8	0,4	5,9	13,2	5,4	6,7	8,9	5,8	84		1,5	2,8	1,5

Minima barométriques : le 7, de 750mm,8 après-midi; le 12 de 732mm,9 à 5h5m m.; le 20 de 746mm,9 à 4h20m s.; le 22 de 742mm,5 à 2h45m s.; le 24 de 729mm,3 à 7h35m s.; le 27 de 737mm,4 à 10h50m s.; le 29 de 732mm,7 à 1h20m s.

(5) (7) (9) (11) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) Moyennes des observations sexhoraires.

(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6h m. à 6h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.

(6) La moyenne normale est déduite de la courbe rectifiée des moyennes de 60 années d'observations.

(a) Continuellement ascendante.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (18)	Inclinaison. (19)	Intensité horizontale. (20)	Intensité totale. (21)	VENTS à 20 mètres. Direction dominante. (22)	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (28)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (25)	REMARQUES.
	° ′	° ′				km	kg			
1	17 7,0	65 32,4	1,9349	4,6537	W ¼ NW	10,13	0,97	NW	5	Forte rosée le soir.
2	6,8	32,7	9344	6534	SE	8,71	0,71	WNW ϰ	3	Gelée blanche le matin.
3	7,7	34,0	9328	6533	SW à NW	6,77	0,43	SW à NW	9	Gouttes de pluie le jour, brouillard le soir.
4	8,1	33,5	9331	6526	NE à SSW	10,67	1,07	SE	10	Gouttes de pluie par intervalles.
5	6,9	31,3	9339	6479	S à W	15,39	2,26	SW	5	Matinée pluvieuse, surtout de 10h50m à 11h35m.
6	7,9	32,4	9342	6521	SSW	23,80	5,34	SSW	10	Faibles bourrasques. Continuellement plu-
7	7,6	32,8	9336	6517	SSW	17,16	2,77	SSW	10	vieux, surtout de 11h30m s. le 6, à 1h30m m.
8	5,9	33,5	9324	6510	W à SW	11,31	1,21	SW	5	le 7; puis de 9h10m m. le 7, à 9h30m m. le 8.
9	7,0	33,8	9326	6523	SSW	26,44	6,59	»	10	Bourrasques. Pluvieux surtout de 6h s. à 7h30m
10	6,9	33,3	9327	6510	SSW	30,38	8,70	SW ϰ	7	le 9, et de 12h45m à 1h55m m. le 10, mais faibl.
11	6,7	32,4	9334	6501	SSW	35,46	11,85	SSW	8	Bourrasques. Pluies de 5 h. 40 m. à 7 h. 30 m. s. le 11, et de 10 h. 15 m. à 1 h. 45 m. m. le 12, reprises de
12	6,0	32,2	9340	6510	S à W	30,85	8,96	SSW	8	5 h. à 9 h. 20 m. et à 2 h. 45 m. s.
13	7,1	32,2	9340	6510	S à W	22,26	4,70	SW à W	4	Pluies intermittentes le matin.
14	6,7	32,6	9343	6530	S	7,53	0,53	»	4	Brouillards le soir et bruine.
15	6,2	32,9	9344	6540	S	10,62	1,06	»	10	Brouillards persistants et bruine.
16	7,2	33,0	9341	6535	S ¼ SW	10,34	1,01	WNW	10	Brumeux avec pluies fines surtout de 4h30m s.
17	7,0	32,8	9340	6528	NE	7,78	0,57	»	10	le 16, à 3h25m m. le 17.
18	7,3	32,5	9347	6536	tr.-variable	6,48	0,40	»	10	Gouttes de pluie fine par intermittences.
19	5,7	32,3	9344	6521	SSW	22,47	4,76	SSW	9	Pluv. depuis midi, surtout de 4h30m à min.
20	6,4	33,8	9319	6506	W	20,12	3,82	SW à NW	6	Gouttes de pluie le jour.
21	6,6	32,8	9331	6505	WSW	22,51	4,77	NW à SW	10	Pluie l'ap.-m. et le soir, surt. de 1h45 à 7h15m.
22	7,2	31,5	9340	6490	WSW	38,82	14,20	WSW	9	Bourrasques et pluvieux, surtout de 10 h. 50 m. à 11 h. 35 m. m., et de 4 h. 15 m. à 8 h. 15 m. s. le 22,
23	5,5	31,3	9345	6494	WSW	30,64	8,84	WNW	6	et le 23 de 1 h. 25 m. à 2 h. 40 m. s.
24	6,8	32,5	9329	6493	SSE à WSW	31,80	9,53	WSW	9	Bourrasques, pluie forte de 3 h. 40 m. m. à 3 h. s., puis de 4 h. 10 m. à 7 h. s. le 24, et le 25 de 1 h. 45 m. à
25	6,3	33,0	9336	6524	W à N	32,43	9,91	N ¼ NW	4	3 h. 40 m. m.
26	5,9	33,3	9334	6527	S	15,55	2,28	NW	8	Pluie reprend avec vent : 10h s. le 26 à 2h30m m.
27	7,1	32,1	9342	6511	SW ¼ S	32,03	9,67	SSW	10	le 27; puis de 12h50m à 11h30m s.
28	6,6	31,9	9337	6494	W à S	15,50	2,27	SW	4	Gouttes de pluies avant 2h m.
29	6,2	32,3	9340	6512	SSW	24,50	5,66	S à W	5	Pluie la matinée. Bourrasques vers midi.
30	6,6	32,2	9342	6515	S à W	24,33	5,58	WSW	5	Faibles bourrasques sans pluie le matin.

(18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues faites sur la fortification du bastion n° 82.

(20, 21) Valeurs déduites des mesures absolues faites dans le pavillon magnétique du parc.

(22) (24) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne. ϰ désigne les cirrhus.

(23) Vitesses maxima : les 5, 6 et 13 : 37km,5; les 9 et 10 de 45 à 50km; les 11 et 12 de 65 à 72km; le 19, 47km; du 21 au 23 de 55 à 65km; le 24, 94km; les 25, 27 et 29 de : 50 à 60km.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Novembre 1877).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	17° +	4',9	5',5	10',5	7',9	6',5	5',1	5',1	17°. 6',8
Inclinaison »	65° +	32,5	33,1	32,9	32,8	32,6	32,6	32,6	65.32,6
Force magnétique totale	4,+	6519	6514	6512	6520	6519	6520	6516	4,6516
Composante horizontale	1,+	9340	9331	9333	9337	9339	9339	9337	1,9337
Composante verticale	4,+	2308	2308	2304	2311	2309	2310	2306	4,2307
Électricité de tension (éléments Daniell)		4,2	8,7	9,4	9,4	9,8	5,9	5,7	7,3
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°		751,29	751,82	751,45	751,07	751,16	751,11	750,83	751,18
Pression de l'air sec		744,47	744,64	743,97	743,74	743,88	744,18	744,18	744,12
Tension de la vapeur en millimètres		6,82	7,18	7,48	7,33	7,28	6,93	6,65	7,06
État hygrométrique		90,5	89,9	81,4	79,8	88,1	88,8	87,8	87,0
		°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre du jardin (ancien abri)		6,84	7,70	9,97	9,96	8,24	7,40	7,01	8,02
Thermomètre électrique à 20 mètres		6,80	7,64	9,68	9,77	8,54	7,74	7,29	8,08
Degré actinométrique		0,00	17,84	30,34	12,75	0,00	»	»	12,19
Thermomètre du sol. Surface		6,00	8,31	11,47	10,15	7,24	6,52	6,12	7,74
» à 0m,02 de profondeur		7,91	7,81	8,22	8,73	8,70	8,44	8,08	8,23
» à 0m,10 »		8,58	8,46	8,50	8,80	9,02	8,96	8,75	8,71
» à 0m,20 »		8,95	8,88	8,81	8,86	9,00	9,07	9,00	8,94
» à 0m,30 »		9,08	9,03	8,97	8,94	8,99	9,05	9,06	9,03
» à 1m,00 »		10,35	10,36	10,35	10,35	10,33	10,32	10,30	10,33
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre enregistreur		11,76	5,82	6,19	7,49	7,08	7,71	3,75	t. 49,80
Pluie moyenne par heure		0,065	0,065	0,069	0,083	0,079	0,086	0,042	»
Évaporation moyenne par heure		0,040	0,044	0,086	0,117	0,072	0,054	0,058	t. 45,9
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		18,84	19,05	21,88	21,80	20,37	20,23	19,95	20,12
Pression moy. en kilog. par mètre carré		3,34	3,42	4,51	4,48	3,91	3,86	3,75	3,82

Données horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.	Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° '	mm	°	°	mm	k		° '	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 6,5	750,73	7,25	7,05	1,55	19,75	1h soir	17.10,3	751,25	10,03	10,54	0,49	22,23
2 »	7,9	50,70	7,22	6,84	2,62	19,58	2 »	9,3	51,12	10,04	10,36	3,37	22,37
3 »	8,5	50,73	7,16	6,75	2,78	18,81	3 »	7,9	51,07	9,77	10,16	3,63	20,80
4 »	8,0	50,86	7,05	6,77	1,27	19,30	4 »	7,0	51,08	9,37	9,72	3,09	21,22
5 »	6,6	51,06	6,91	6,80	1,60	17,90	5 »	6,6	51,12	8,93	8,79	2,42	20,02
6 »	4,9	51,29	6,80	6,81	1,94	17,72	6 »	6,5	51,16	8,54	8,27	1,57	19,86
7 »	3,8	51,56	6,83	6,74	1,87	18,28	7 »	6,4	51,18	8,21	8,01	2,80	20,23
8 »	4,6	51,74	7,09	7,05	2,43	18,61	8 »	5,9	51,16	7,97	7,64	3,09	20,44
9 »	5,5	51,82	7,64	7,77	1,52	20,26	9 »	5,1	51,11	7,74	7,46	1,82	20,02
10 »	7,6	51,76	8,34	8,68	2,08	20,83	10 »	4,4	51,02	7,56	7,22	0,63	20,27
11 »	9,5	51,63	9,07	9,62	0,91	21,81	11 »	4,3	50,91	7,41	7,08	1,65	19,88
Midi...	10,5	51,45	9,68	10,19	3,20	23,00	Minuit..	5,1	50,83	7,29	6,98	1,47	19,71

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima........ 5°,4 **Des maxima**........ 11°,6 Moyenne........... 8°,5

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima....... 4°,4 **Des maxima**....... 13°,6 Moyenne.......... 9°,0

Températures moyennes diurnes par pentades.

1877. Oct.. 28 à 2 Nov.. 11°,5	Nov.. 7 à 11...... 10°,8	Nov. 17 à 21..... 6°,6
Nov. 3 à 7...... 9,8	» 12 à 16..... 6,1	» 22 à 26..... 7,1

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 DÉCEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Cultes et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection faite par l'Académie, de Sir *William Thomson*, à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *de Baer*.

Il est donné lecture de ce décret.

M. **Bertrand** communique à l'Académie les remercîments de Sir William Thomson et l'expression de sa reconnaissance.

BOTANIQUE. — *De l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les bourgeons de quelques Légumineuses* (troisième partie); par M. **A. Trécul**.

« Galega. — Dans les bourgeons du *Galega officinalis*, j'ai vu les premiers vaisseaux commencer dans l'axe. Sous des feuilles hautes de $0^{mm},38$ à $0^{mm},45$, mesurées à partir de leur aisselle, le premier vaisseau, qui devait appartenir au faisceau médian dorsal du pétiole de la feuille adulte, commençait plus bas que l'aisselle de la jeune feuille, par conséquent dans la partie axile du bourgeon. Ce vaisseau, courbé en arc sur sa face externe,

pour suivre le sinus rentrant de la surface de la tige au-dessous de la feuille, n'avait que $0^{mm},15$ à $0^{mm},30$ de longueur. Les faisceaux substipulaires n'étaient pas encore apparents près de quelques-unes de ces feuiles, qui n'avaient que trois ou quatre mamelons foliolaires à leur base sur le côté visible; mais sous d'autres de ces jeunes feuilles un premier vaisseau du faisceau substipulaire commençait déjà de chaque côté; il formait un petit arc dont la concavité était tournée vers le vaisseau médian. Dans un seul cas, j'ai trouvé, de chaque côté de la base d'une feuille, l'arc vasculaire du faisceau substipulaire commençant avant que le premier vaisseau du médian existât.

» Pendant que ce vaisseau du faisceau médian s'allonge par en haut dans le rachis, et par en bas dans l'axe, l'extrémité inférieure du vaisseau substipulaire descend aussi dans l'axe et s'allie souvent au médian. Son extrémité supérieure se comporte diversement en atteignant la base du pétiole. Après avoir donné insertion à la nervure médiane de la stipule placée audessus et à un ou deux vaisseaux latéraux de celle-ci (¹), ce vaisseau ou jeune faisceau substipulaire peut monter dans le côté correspondant du pétiole, et entrer dans la foliole inférieure ou dans la deuxième, la troisième ou la quatrième foliole, ou bien c'est seulement un rameau de lui qui se comporte ainsi. S'il aboutit à la troisième ou à la quatrième foliole, les folioles inférieures lui sont unies vasculairement un peu plus tard; mais il arrive aussi qu'avant qu'il monte dans le pétiole, ou pendant qu'il monte, ou un rameau de lui, il se fait dans le rachis, vis-à-vis de l'insertion de chacune des deux, trois ou quatre folioles inférieures, un petit vaisseau courbe libre par ses deux bouts. Le bout supérieur est dirigé vers la foliole correspondante, dans laquelle il s'avance plus tard; le bout inférieur est dirigé par en bas. Alors ces petits vaisseaux courbes, croissant par leur extrémité inférieure, s'ajoutent les uns aux autres et constituent ainsi cette partie du premier faisceau latéral rachidien, qui est ensuite reliée au fais-

(¹) D'autres nervures naissent à l'intérieur des stipules. Il n'est pas rare de trouver libres par les deux bouts les premiers vaisseaux de quelques-unes des nervures secondaires principales. Ces nervures sont à peu près parallèles à la médiane, qui naît d'abord, et elles s'insèrent sur le faisceau substipulaire ou sur une de ses branches. Elles sont assez nombreuses, à peu près parallèles entre elles et ramifiées par en haut une, deux ou trois fois; elles peuvent être trouvées reliées les unes aux autres, près du bord, par les extrémités de leurs rameaux terminaux. Les lobes de la base de chaque stipule reçoivent aussi quelques ramules vasculaires des branches des nervures inférieures.

ceau substipulaire sous-jacent, directement ou par l'intermédiaire d'un rameau, qui peut monter comme je l'ai dit.

» Quand les premiers vaisseaux des nervures médianes des folioles inférieures commencent ainsi par un vaisseau courbe, à distance du vaisseau dorsal primitif, ces nervures médianes restent d'ordinaire ultérieurement isolées du faisceau dorsal. Mais il arrive assez fréquemment aussi que le premier vaisseau des nervures médianes des folioles inférieures s'insère d'abord sur le médian dorsal du rachis, comme le fait toujours celui des folioles supérieures, qui pourtant quelquefois commence également à distance de ce médian dorsal, mais par un vaisseau droit.

» Quand les paires de folioles sont en petit nombre, il arrive assez fréquemment de trouver, *dans les jeunes feuilles*, que le premier vaisseau de la nervure médiane de la foliole inférieure d'un côté de la feuille s'insère seulement sur un latéral, qui est alors courbé en crochet pour entrer en elle, tandis que le premier vaisseau de la nervure médiane de la foliole inférieure de l'autre côté de la feuille s'insere sur le médian du rachis.

» L'insertion de la nervure médiane des folioles inférieures sur le médian rachidien a lieu quelquefois avant qu'aucun vaisseau ou faisceau latéral n'ait apparu dans le rachis. Dans ce cas on peut voir plus tard le premier faisceau latéral rachidien commencer par un court vaisseau près des folioles inférieures, comme je l'ai dit pour l'*Astragalus vimineus*. Ce premier vaisseau latéral d'une part descend s'insérer sur le faisceau substipulaire, d'autre part monte dans le rachis, souvent sans communiquer d'abord avec les folioles, avec lesquels il s'unit plus tard.

» Pendant l'allongement du vaisseau initial du premier faisceau latéral qui naît ainsi de chaque côté du rachis, il s'en développe un autre ordinairement plus rapproché de la face antérieure; il se met aussi ultérieurement en rapport direct avec les nervures médianes des folioles.

» A ces cinq faisceaux principaux (le médian qui est le plus volumineux, et les deux latéraux de chaque côté) de plus petits s'interposent ensuite. Les uns se disposent à la face supérieure du rachis, les autres entre les latéraux et le médian dorsal, et relient entre eux ces premiers faisceaux. Tous ces faisceaux grossissent pendant que la feuille grandit, et de plus jeunes et plus grêles s'interposent de nouveau ([1]).

» Chaque foliole est alors insérée par une fourche vasculaire renversée. La

([1]) Tous les faisceaux longitudinaux du rachis ou pétiole commun sont orientés de façon que leurs vaisseaux sont tournés vers le centre de l'organe.

fourche des folioles de la première paire ou de quelques paires inférieures s'insère très-souvent seulement sur des faisceaux latéraux du rachis, sans être en rapport direct avec le faisceau dorsal médian, tandis que la fourche des folioles latérales plus haut placées s'insère à la fois sur un ou deux faisceaux latéraux principaux et sur le dorsal médian. En outre, à ces faisceaux d'insertion des folioles aboutissent des fascicules longitudinaux qui, comme je viens de le dire, s'interposent aux plus gros développés les premiers.

» Comme dans les feuilles de la plupart des plantes vasculaires, les faisceaux ou les vaisseaux longitudinaux de la nervure médiane ou du rachis diminuent de bas en haut. Ici, il ne subsiste, au-dessus des folioles de la paire supérieure, que le faisceau médian et un latéral de chaque côté. Ces trois faisceaux s'unissent au sommet de l'entrenœud terminal, pour entrer dans le pétiolule de la foliole impaire.

» La feuille du *Galega officinalis* présente un caractère que je n'ai pas observé dans celle de l'*Astragalus vimineus;* il consiste en ce que, près de l'insertion des folioles (la paire ou les quelques paires inférieures exceptées), les faisceaux longitudinaux de la face supérieure du rachis sont reliés entre eux par une anastomose vasculaire transverse, qui est accusée à l'extérieur par un bourrelet horizontal revêtu de poils courts, paraissant ordinairement composés de deux rangs de cellules disposées par étages. De tels poils composés, quelquefois renflés en massue, ayant jusqu'à cinq rangées d'utricules visibles dans le diamètre de leur partie la plus épaisse, se trouvent dans l'aisselle des feuilles.

» Dans ce *Galega*, où le nombre des folioles est très-variable, puisqu'il peut en exister de une à seize paires latérales, la répartition des plus grandes folioles dans la feuille présente beaucoup de variété. Si certaines feuilles parfaites ont leurs folioles inférieures plus grandes que les supérieures, il en est aussi dont les folioles supérieures sont plus grandes que les inférieures. Dans le premier cas, la dimension des folioles latérales diminue graduellement de bas en haut du rachis; dans le second cas, la dimension des folioles décroît de haut en bas du pétiole commun. Entre ces deux formes extrêmes il y a des intermédiaires, qui constituent même les cas les plus fréquents. Tantôt ce sont les folioles de la deuxième, ou de la troisième, ou de la quatrième paire, etc., à partir d'en bas, qui sont plus grandes que celles placées au-dessus ou au-dessous d'elles; tantôt, la foliole terminale étant la plus grande de toutes, les folioles de la paire immédiatement voisine, et quelquefois celles de la paire suivante, sont plus

petites que celles de la paire qui vient après en descendant, et, à partir de cette deuxième ou de cette troisième paire supérieure, les folioles décroissent de haut en bas du rachis. J'ai même trouvé une feuille dont, la foliole terminale étant la plus grande, les folioles d'une rangée diminuaient de grandeur de haut en bas du pétiole commun, tandis que celles de l'autre rangée diminuaient de bas en haut. Deux ou trois de ces formes se rencontrent souvent sur le même rameau ou dans le même bourgeon.

» En considérant cette diversité dans la dimension des folioles d'une même feuille, on se demande si l'ordre de naissance est lui-même bien constant, si ce n'est pas, au contraire, cet ordre de naissance qui change et détermine les dimensions variées des folioles, les premières produites restant toujours plus grandes que celles qui sont nées après elles.

» Les études que j'ai faites à cet égard, au printemps de cette année et pendant tout l'automne, m'ont constamment fait voir, comme en 1853, les premières folioles apparaissant près du bas du jeune rachis et les autres se succédant ensuite de bas en haut.

» Pour bien apprécier l'ordre de formation des folioles, il faut choisir des bourgeons dont les premières feuilles ont un assez grand nombre de folioles. Par l'examen de feuilles qui n'ont encore que un, deux, trois ou quatre mamelons foliolaires de chaque côté, on se convaincra que la foliole la plus âgée est toujours l'inférieure. On remarquera ensuite que, dans certaines feuilles, la foliole inférieure de chaque rangée conserve toujours la prééminence; qu'à tous les âges, elle est la plus développée des folioles latérales; mais on verra aussi que le plus souvent la foliole inférieure est bientôt dépassée par la deuxième, qui peut rester la plus grande, et que quelquefois celle-ci est dépassée par la troisième, etc. Cet accroissement des premières folioles commence déjà lorsque la multiplication des folioles supérieures continue encore. Les dernières latérales produites demeurent fréquemment plus petites que celles qui sont placées vers le milieu du rachis; cependant il arrive aussi que ces dernières formées, c'est-à-dire les supérieures, croissent plus vite que toutes les autres et conservent la prééminence à tous les âges. J'ai même observé dans quelques jeunes feuilles qu'elles peuvent naître avec une base plus large que celle des précédentes.

» Cette inégalité d'accroissement est parfois très-considérable, et elle ne peut être attribuée qu'à une cause interne inconnue, puisque c'est un phénomène constant, qui débute dans la jeunesse même des bourgeons. A ceux qui seraient tentés de croire *a priori* qu'il y a autant de modes de formation de la feuille que l'ordination des folioles présente d'aspects, je ferai

observer que, dans tous les bourgeons où il existe deux ou trois des formes de feuilles citées (les plus grandes folioles pouvant être : 1° en haut, 2° au milieu, 3° en bas), la production des folioles a toujours lieu de bas en haut dans les feuilles les plus jeunes de ces mêmes bourgeons.

» Après m'être assuré que l'ordre d'extension des folioles ne suit pas nécessairement l'ordre de leur apparition, j'ai constaté que dans le *Galega officinalis*, comme dans l'*Astragalus vimineus*, l'ordre de naissance des premiers vaisseaux dans les nervures latérales pinnées suit l'ordre d'extension des folioles. Il y a cependant, à cet égard, une différence entre ces deux plantes, c'est que, dans les folioles de l'*Astragalus* cité, ce sont les vaisseaux de nervures de la moitié supérieure qui naissent d'abord, tandis que, dans le *Galega officinalis* et aussi dans le *Galega orientalis*, ce sont des vaisseaux de nervures latérales de la moitié inférieure des folioles qui apparaissent les premiers, mais assez irrégulièrement; car c'est tantôt dans une des nervures le plus bas placées que se montre le premier vaisseau, tantôt dans une nervure voisine du milieu de la hauteur de la foliole. Les vaisseaux des autres nervures n'apparaissent qu'ensuite; et, je le répète, pendant le développement des jeunes folioles, l'avancement de la nervation est en rapport avec la dimension de celles-ci. Les plus grandes folioles (que ce soient les inférieures, les supérieures ou les moyennes) peuvent déjà présenter plusieurs nervures latérales munies de vaisseaux et même un réseau plus ou moins compliqué, quand les plus petites n'ont encore qu'une ou deux nervures latérales pourvues de vaisseaux ou même pas du tout.

» Je résume dans le tableau suivant l'état de la nervation dans quelques jeunes feuilles de formes diverses, c'est-à-dire dans lesquelles les plus grandes folioles sont en haut, au milieu ou en bas :

Position des folioles.	1re feuille.		2e feuille.		3e feuille.		4e feuille.	5e feuille.
	Longueur des folioles.	Nervures d'un côté.	Longueur des folioles.	Nervures d'un côté.	Longueur des folioles.	Nervures d'un côté.	Nervures d'un côté.	Nervures d'un côté.
Terminale.	mm 3,05	Réseau.	mm 1,60	4	0,90	2	0	1
7e lat.....					0,67	0	0	
6e.......			1,45	3	0,85	0	0	
5e.......	1,65	8	1,65	4	0,95	1	0	0
4e.......	1,25	5	1,75	5	1,00	3	0	0
3e.......	1,25	5	1,90	6	1,00	4	1	0
2e.......	1,15	4	1,80	6	1,00	4	2	1
1re ou inf..	1,00	1	1,32	3	0,90	1	3	0

» Les chiffres de la première colonne indiquent les folioles d'une rangée de la feuille examinée. Pour les trois premières feuilles données en exemple, on voit que les plus grandes folioles, *quelle que soit leur position*, contiennent le plus de nervures latérales pourvues de vaisseaux. Les folioles de la quatrième feuille n'ont pas été mesurées, mais seulement dessinées. Je cite ici cette feuille, parce qu'elle représente un cas que l'on trouve rarement à l'état convenable. Les folioles diminuaient de grandeur de bas en haut du rachis, et les trois inférieures seules avaient des vaisseaux dans leurs premières nervures latérales. Dans la cinquième feuille, les folioles de la deuxième paire étaient les plus grandes des latérales, et une seule nervure latérale, ainsi que dans la foliole terminale, contenait un premier vaisseau. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur l'anneau de Saturne;* par M. F. **Tisserand**.

« Dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* pour 1787, Laplace a publié un travail important sur l'anneau de Saturne, et il est arrivé à la conclusion suivante :

« Quand même les observations ne nous auraient pas fait connaître la division de l'anneau de Saturne en plusieurs anneaux concentriques, la théorie de la pesanteur eût suffi pour nous en convaincre. »

» Reproduisons en quelques lignes le raisonnement très-simple de Laplace. Il suppose un anneau fluide, compris entre deux circonférences de rayons r et r', animé de la vitesse de rotation ω. Soient p l'attraction de l'anneau sur un point de la circonférence intérieure, p' sur un point de la circonférence extérieure, P et P' les résultantes, sur les mêmes points, de p, p' de l'attraction de Saturne, dont M désignera la masse, et de la force centrifuge. On aura

$$P = p - \frac{fM}{r^2} + \omega^2 r, \quad P' = p' - \frac{fM}{r'^2} + \omega^2 r'.$$

» Pour que les points situés à l'intérieur de l'anneau ne se précipitent pas sur la planète, pour que ceux de l'extérieur ne soient pas projetés en dehors, on doit avoir $P > 0$ et $P' < 0$, et de ces deux inégalités on tire, en éliminant ω,

(1) $$p - p'\frac{r}{r'} > \frac{fM}{r^2 r'^3}(r'^3 - r^3).$$

» En adoptant pour r et r' les valeurs qui répondent aux limites de l'an-

neau total, Laplace, sans calculer le premier membre de l'inégalité (1), montre, par certaines considérations générales, qu'il doit être plus petit que le second; l'équilibre est donc impossible dans ces conditions.

» Plana est revenu sur ce sujet dans le premier volume de la *Correspondance astronomique* du baron de Zach; en assimilant l'anneau à un cylindre homogène de très-petite hauteur, il a calculé le premier membre de l'inégalité (1), et, faisant une hypothèse sur l'épaisseur de l'anneau, il a montré que le premier membre, loin d'être notablement plus petit que le second, comme le supposait Laplace, lui était presque égal; Plana en déduit que la conclusion de Laplace sur la division de l'anneau paraît peu fondée. J'ai repris le travail de Plana, en tenant compte des notions acquises depuis sur la masse et l'épaisseur de l'anneau de Saturne, et je suis arrivé à prouver que l'équilibre est bien réellement impossible, comme le pensait Laplace. J'ai calculé en outre quelle est la plus grande largeur que puisse présenter un anneau simple, à diverses distances de la planète, pour qu'il se maintienne en équilibre : tel est l'objet du présent travail.

» Je commence par calculer l'attraction exercée par un cylindre circulaire droit homogène de rayon R et de hauteur $2h$, sur un point M extérieur au cylindre, situé dans le plan xOy, également distant des bases. Soient u la distance MA, A étant un point quelconque intérieur au cercle R, $\text{AMO} = \varphi$; ρ la densité du cylindre à la distance OM; l'attraction, évidemment dirigée suivant MO, aura pour expression

$$X = -f\rho \int\int\int \frac{u^2 \cos\varphi \, du \, d\varphi \, dz}{(u^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

» Intégrant relativement à z entre les limites $-h$ et $+h$, on trouve

$$X = -2f\rho h \int\int \frac{\cos\varphi \, du \, d\varphi}{\sqrt{u^2+h^2}}.$$

On peut intégrer relativement à φ, et, en remarquant que, pour une valeur donnée de u, φ varie de $-\varphi_1$ à $+\varphi_1$, φ_1 étant déterminé par l'équation

$$\cos\varphi_1 = \frac{a^2+u^2-R^2}{2au},$$

on obtient

$$X = -\frac{2f\rho h}{a} \int_{a-R}^{a+R} \sqrt{4a^2u^2-(a^2+u^2-R^2)^2} \, \frac{du}{u\sqrt{u^2+h^2}}.$$

» Soient

$$a - R = \alpha, \quad a + R = \beta;$$

on aura

$$(2)\qquad X = -\frac{2f\rho h}{a}\int_\alpha^\beta \frac{du}{u\sqrt{u^2+h^2}}\sqrt{(u^2-\alpha^2)(\beta^2-u^2)}.$$

Cette valeur peut se ramener à une intégrale elliptique de troisième espèce; mais, comme h est petit, je développerai X suivant les puissances ascendantes de h; je trouverai ainsi aisément

$$X = -\frac{2f\rho h}{a}\left(\alpha^2+\beta^2+\frac{h^2}{3}-\ldots\right)\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{\alpha^2\sin^2\psi+\beta^2\cos^2\psi}}$$
$$+\frac{4f\rho h}{a}\left[1+\frac{h^2}{12}\left(\frac{1}{\alpha^2}+\frac{1}{\beta^2}\right)-\ldots\right]\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{\alpha^2\sin^2\psi+\beta^2\cos^2\psi}\,d\psi.$$

» Dans les applications que je ferai de cette formule, $\alpha = a - R$ sera assez petit, mais cependant supérieur à h; on aura toujours, comme on le verra, $\alpha > 5h$; l'erreur relative provenant de ce qu'on néglige les termes en h^2 sera inférieure à $\frac{h^2}{12\alpha^2} = \frac{1}{300}$. Dans ces conditions, je pourrai donc me borner à

$$X = -\frac{2f\rho h}{a}(\alpha^2+\beta^2)\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{\alpha^2\sin^2\psi+\beta^2\cos^2\psi}}+\frac{4f\rho h}{a}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{\alpha^2\sin^2\psi+\beta^2\cos^2\psi}\,d\psi.$$

» Je remplace α par $a - R$, β par $a + R$, je pose

$$k^2 = \frac{4aR}{(a+R)^2},$$

je désigne la valeur de X par $X_{a,R}$, et je trouve

$$(3)\quad X_{a,R} = \frac{4f\rho h}{a}\left[(a+R)\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}\,d\psi - \frac{a^2+R^2}{a+R}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}}\right]$$

» Le calcul se trouve donc ramené à celui des intégrales complètes F_1 et E_1, dont Legendre a donné des tables numériques. Le module k sera, dans nos applications, assez voisin de 1, pour que nous puissions employer les formules que Legendre a indiquées pour ce cas; elles deviennent ici

$$(4)\quad\begin{cases}\displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}} = \log 4\frac{a+R}{a-R}+\frac{1}{4}\left(\frac{a-R}{a+R}\right)^2\left(\log 4\frac{a+R}{a-R}-1\right)+\ldots\\ \displaystyle\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}\,d\psi = 1+\frac{1}{2}\left(\frac{a-R}{a+R}\right)^2\left(\log 4\frac{a+R}{a-R}-\frac{1}{2}\right)+\ldots\end{cases}$$

» La formule (3) n'est pas applicable, comme nous l'avons indiqué, lorsque le point altéré se trouve sur la surface même du cylindre. Dans ce cas, il faut remonter à l'expression rigoureuse (2), et y faire $\tau = R$, c'est-à-dire $\alpha = 0$, $\beta = 2R$, $a = R$.

On trouve alors

$$X_{R,R} = -\frac{2f\rho h}{R}\int_0^{2R}\frac{du}{\sqrt{u^2+h^2}}\sqrt{4R^2-u^2},$$

et, en faisant $k^2 = \frac{4R^2}{4R^2+h^2}$, on peut écrire

$$X_{R,R} = 2f\rho h\frac{\sqrt{4R^2+h^2}}{R}\left(\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}\,d\psi - \int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}}\right);$$

le module k étant très-voisin de 1, on pourra réduire cette valeur à

(5) $$X_{R,R} = 4f\rho h\left(1-\log\frac{8R}{h}\right).$$

» On démontre enfin sans peine que l'expression analytique (2) de X, et par suite l'expression approchée (3), conviennent également au cas où le point attiré est intérieur au cylindre.

» Nous pouvons maintenant calculer l'attraction p de l'anneau sur un point de sa circonférence intérieure, et l'attraction p' sur un point de sa circonférence extérieure.

» Nous aurons évidemment

$$p = X_{r,r} - X_{r,r'},\quad p' = X_{r',r'} - X_{r',r},$$

$$X_{r,r} = 4f\rho h\left(1-\log\frac{8r}{h}\right),\quad X_{r',r'} = 4f\rho h\left(1-\log\frac{8r'}{h}\right),$$

$$X_{r,r'} = \frac{4f\rho h}{r}\left[(r+r')\int_0^{\frac{\pi}{2}}\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}\,d\psi - \frac{r^2+r'^2}{r+r'}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\psi}{\sqrt{1-k^2\sin^2\psi}}\right]$$

où $k^2 = \frac{4rr'}{(r+r')^2}$; enfin,

$$X_{r',r} = \frac{r}{r'}X_{r,r'}.$$

» Pour réduire nos formules en nombres, nous adopterons, avec Bessel, pour la distance moyenne de Saturne à la Terre : $r = 13'',33$; $r' = 19'',66$; les demi-axes du sphéroïde de Saturne seront $8'',526$ et $7'',690$, et nous en déduirons, en représentant par ρ_1 la densité moyenne de la planète, et,

prenant r pour unité,

$$\frac{\mathrm{M}\,r'^{3}-r^{3}}{r^{3}r'^{3}} = 0,6804\rho_{1}.$$

$$\mathrm{X}_{r,r} = -f\rho h\left(4,3176 + 4\log\frac{1}{h}\right),$$

$$\mathrm{X}_{r',r'} = -f\rho h\left(5,8718 + 4\log\frac{1}{h}\right),$$

$$\mathrm{X}_{r,r'} = -f\rho h \times 5,3186,$$

$$\mathrm{X}_{r',r} = -f\rho h \times 3,6061,$$

$$p = f\rho h\left(4\log\frac{1}{h} - 1,0010\right),$$

$$-p' = f\rho h\left(4\log\frac{1}{h} + 2,2657\right),$$

$$p - p'\frac{r}{r'} = f\rho h\left(6,7121\log\frac{1}{h} + 0,5352\right).$$ »

DYNAMIQUE. — *Note concernant le travail intermoléculaire;* par M. P. Boileau.

« Avant de continuer l'exposé des principaux résultats de mes études sur les courants fluides, je dois énoncer des théorèmes concernant l'évaluation du travail dépensé sur les systèmes matériels par les forces qui leur sont appliquées, pour vaincre les résistances intérieures et les réactions d'inertie qui s'opposent aux déplacements relatifs des molécules. Je nommerai ces déplacements *mouvements intestins,* et la somme des quantités de travail correspondantes, *travail intermoléculaire.*

» Les mouvements intestins peuvent être classés sommairement en trois catégories, savoir : 1° ceux dont il résulte une variation sensible des dimensions ou de la forme des corps; 2° ceux qui occasionnent des modifications de propriétés physiques; 3° les déplacements internes, tels que les tourbillons et certains mouvements moléculaires oscillatoires, qui peuvent avoir lieu sans que l'un ou l'autre des changements précités en soit une conséquence nécessaire. Les mouvements intérieurs de cette troisième catégorie persistent après que leur cause a cessé d'agir sur le groupe moléculaire dans lequel ils ont été excités : ainsi, des tourbillons peuvent être transportés par un courant, loin de la région des actions excitatrices, sans que leur mouvement gyratoire soit détruit par les résistances tangentielles qui l'affaiblissent lentement : si la quantité de mouvement totale des

ébranlements moléculaires, qu'un choc ou un frottement fait naître immédiatement dans quelque partie d'un corps, paraît diminuer beaucoup plus rapidement quand ces actions cessent de s'exercer, c'est parce qu'elle se dissémine dans la masse du corps et même dans le milieu ambiant. Ici nous voyons une seconde propriété des mouvements intestins de la troisième catégorie, savoir la *propagation;* cette propriété et la *persistance* ont également lieu pour certains mouvements moléculaires inhérents à la chaleur, qui se manifestent encore par divers phénomènes indiquant une activité intérieure, après que la cause d'une variation de température a été écartée; quant aux tourbillons, ils se propagent dans les liquides en donnant naissance à des couples successifs de rotations inverses. Les mouvements intestins des deux premières catégories ne persistent pas après que l'action excitatrice a cessé d'intervenir.

» Pour l'évaluation du travail intermoléculaire, je considérerai d'abord le cas d'un corps ayant, dans l'espace, un mouvement de translation (¹); celui d'un système de plusieurs corps sera examiné ensuite. Concevons que les forces appliquées, ainsi que les déplacements, aient été décomposés parallèlement à trois axes orthogonaux fixes, OX, OY et OZ; soient, parallèlement au premier et dans un instant quelconque, dg_x le déplacement du centre de gravité du corps; de_x celui du point d'application sur ce corps, de la composante φ_x de l'une des forces appliquées; $d\tau_x$ la partie du travail intermoléculaire qui peut être attribuée à cette composante. La quantité dg_x, égale à la projection sur l'axe OX du chemin décrit dans l'espace par le centre de gravité, étant indépendante des actions mutuelles des molécules, aurait la même valeur dans l'hypothèse de l'invariabilité des positions relatives de celles-ci, l'intensité et la direction des forces appliquées étant d'ailleurs supposées les mêmes : dans ce cas, $d\tau_x$ serait nul, et de_x serait égal à dg_x; or, si l'on passe de cette hypothèse à l'état réel des choses, on voit que le travail $\varphi_x dg_x$ subsiste sans modification, mais n'est plus qu'une partie du travail $\varphi_x de_x$ de la force φ_x; l'autre partie est nécessairement le travail intermoléculaire, de sorte que $d\tau_x = \varphi_x(de_x - dg_x)$. Une égalité analogue a d'ailleurs lieu parallèlement à chacun des axes OY et OZ. Cela posé, si nous représentons par $d\lambda_x$, $d\lambda_y$ et $d\lambda_z$ les déplacements relatifs tels que $de_x - dg_x$, et par τ_1, τ_2, τ_3 les quantités totales des travaux intermoléculaires des trois catégories, qui sont, ou, en général,

(¹) Dans le cas d'un mouvement composé de translation et de rotation, ce que nous dirons serait applicable au premier des deux composants.

peuvent être effectués pendant une période déterminée de l'action des forces appliquées, nous avons l'équation

$$(1) \qquad \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = \Sigma \int \varphi_x d\lambda_x + \Sigma \int \varphi_y d\lambda_y + \Sigma \int \varphi_z d\lambda_z \ (^1),$$

chaque somme étant calculée entre des limites qui correspondent, l'une au commencement, et l'autre à la fin de la période considérée. Le second membre de cette équation pourra d'ailleurs être développé, dans chaque cas particulier, au moyen des relations qui en expriment les conditions, et des notions acquises qui sont applicables à ce cas. Je présenterai maintenant quelques observations :

» 1° La pesanteur étant appliquée au centre de gravité du corps, le terme correspondant de l'équation (1) sera nul ; effectivement, cette force tendant à imprimer, dans chaque instant, à toutes les molécules, des déplacements égaux et parallèles entre eux, ne peut, directement ou par elle-même, produire aucun travail intermoléculaire : quand le poids du corps est la cause indirecte d'un semblable travail, c'est en faisant naître des résistances telles que le frottement, ou des réactions telles que celle des appuis, forces auxquelles ce travail doit être attribué en considérant le déplacement relatif du centre de gravité par rapport à leurs points d'application.

» 2° Par suite de l'étroite connexion qui existe entre la variation de la quantité de chaleur d'un corps et le travail intermoléculaire, ce dernier, à moins de compensations entre des effets inverses, ne peut être produit sans qu'une variation thermique ait lieu. A cet égard, nous distinguerons deux

---

(1) Pour le mouvement de rotation, les forces contribuant à le produire seraient décomposées tangentiellement et normalement aux arcs décrits par leurs points d'application : les chocs étant généralement évités, le travail intermoléculaire consiste, pour les composantes tangentielles, en une torsion du corps, et pour les composantes normales, en une déformation qui fait varier les longueurs des bras de levier des premières. En ce qui concerne la torsion, qui est ordinairement assez limitée pour n'être pas accompagnée d'altérations notables des propriétés du corps, les théories connues fourniraient les éléments du calcul, mais pour chaque instant quand les bras de levier varient réellement, ou quand les forces appliquées ne sont pas constantes : ces théories supposent d'ailleurs un angle de torsion uniforme, ce qui n'a lieu, même pour les corps les plus homogènes, que quand l'action tangentielle extérieure est uniformément répartie sur leur surface, comme le frottement d'une vis dans son écrou; il faudrait donc considérer un angle moyen de torsion, que des séries d'expériences spéciales feraient connaître. Cet aperçu suffit pour montrer les difficultés d'une solution générale, solution qui serait d'ailleurs étrangère au but que nous avons ici en vue.

cas : en l'absence d'une autre cause, l'influence de cette variation se réduit à modifier les déplacements relatifs, et elle se trouvera implicitement introduite, car les valeurs des quantités, telles que $\int \varphi_x d\lambda_x$, seront obtenues par la quadrature de courbes tracées au moyen de résultats d'observation. Dans les cas où le corps subit une action thermique extérieure, cette action équivaut à une force introduite dans le système dynamique appliqué, et l'on ajoutera au second membre de l'équation (1) un terme exprimant, suivant les principes de la Thermodynamique, la quantité de travail correspondant à la partie de la variation de la quantité de chaleur du corps, qui est due à la cause extérieure précitée.

» 3° Nous avons, pour plus de généralité, supposé que le corps est en mouvement dans l'espace; mais le théorème exprimé par l'équation (1) est évidemment applicable au cas où un corps en repos reçoit des actions et des réactions dont la résultante se trouve nulle, et dont les intensités, ou l'une d'entre elles, sont suffisantes pour produire dans ce corps des déplacements relatifs des molécules ou de leurs groupes constitutifs.

» 4° Lorsqu'un corps a été déformé par des forces extérieures, puis devient libre, il se produit une seconde période de déformation en sens inverse pendant laquelle le travail intermoléculaire est dû à des actions internes; or le théorème précipité est rationnellement applicable à cette seconde période, aussi bien qu'à la première; mais, dans l'état des connaissances acquises et des moyens d'observation, on ne pourrait réaliser cette application. Lorsque le corps revient à sa forme primitive, il semble qu'on puisse égaler le travail intermoléculaire à celui de la première période; or, si cette équivalence est admissible pour les gaz, nous ferons remarquer que, dans les solides et les liquides, il doit exister, par suite de la structure interne des uns et de la viscosité des autres, des actions mutuelles qui interviennent comme résistances dans les deux périodes successives, et que les forces d'élasticité qui s'y ajoutent pendant la première sont excitatrices ([1]) dans la seconde.

» 5° Il existe des cas ou les mouvements intestins, qu'une force appliquée fait naître, appartiennent à une seule catégorie, et l'on pourra d'ailleurs réaliser cette condition dans des expériences; l'équation (1) sera alors l'une des bases d'utiles recherches scientifiques. »

([1]) Nous nommons *forces excitatrices* toutes les actions qui sont les causes, non pas indirectes, mais immédiates, de mouvements intestins et, par conséquent, d'un travail intermoléculaire.

HYDRAULIQUE. — *Sur un perfectionnement essentiel de l'écluse de navigation à oscillation mixte.* Note de M. A. DE CALIGNY.

« L'écluse *à oscillation unique*, sous la forme qui est l'objet de ma dernière Note, a une propriété essentielle, au moyen de laquelle on peut tourner des difficultés dans l'application de ce genre d'appareils. Il n'est pas nécessaire que le bassin d'épargne, *d'une section moindre que celle de l'écluse*, soit rempli jusqu'au niveau du bief d'amont, pour qu'il se vide jusqu'au niveau du bief d'aval par une oscillation de remplissage. Il n'est pas nécessaire non plus que l'écluse soit pleine jusqu'au niveau du bief d'amont, pour que l'eau monte dans ce bassin d'épargne au moins à la hauteur qu'elle avait dans le sas avant la grande oscillation de vidange. Or, comme il faut, dans tous les cas, un tube vertical mobile pour établir, comme je l'ai expliqué, une communication alternative, *sans coup de bélier*, entre l'écluse et le bassin d'épargne, il est intéressant de voir comment on pourra s'en servir, sans que cela ajoute aucune complication à l'appareil, pour relever une partie de l'éclusée au bief supérieur. J'ai déjà indiqué cette manœuvre pour beaucoup de circonstances; mais il restait une difficulté à vaincre, parce qu'il était utile de pouvoir se débarrasser, après le jeu de l'appareil pendant le remplissage, de la quantité d'eau qui restait dans le bassin d'épargne quand celui-ci avait, comme à l'Aubois, une section plus grande que celle de l'écluse. Non-seulement l'ouverture alternative d'une vanne ou soupape ajoutait alors une complication quelconque, mais il est toujours utile d'éviter, dans les bassins d'épargne, les vannes ou soupapes qui peuvent faire perdre par leurs défauts une partie de l'eau épargnée. Or je vais indiquer un moyen de s'en débarrasser d'une manière plus rationnelle et plus régulière que je ne l'avais encore fait.

» Si l'on n'était pas conduit à employer pour l'écluse *à oscillation unique* un tuyau de conduite de trop grandes dimensions, ce système serait évidemment plus simple que le système mixte, objet de cette Note. Mais, s'il est utile d'essayer l'écluse *à oscillation unique*, pour les sas de petites dimensions, cela paraît impraticable pour les grandes écluses. C'est pour cette raison que j'ai proposé depuis longtemps deux bassins d'épargne étagés, chacun d'eux étant alternativement en communication avec le sas au moyen de deux tubes mobiles, chacun de ces tubes étant dans un bassin d'épargne, parce que le tuyau de conduite aurait une bifurcation. Mais le prix de ces deux bassins d'épargne paraissant devoir être assez élevé, j'ai plus spécialement étudié le système mixte dont il s'agit.

» L'écluse étant remplie une première fois par les moyens ordinaires, on fera d'abord fonctionner le tube mobile de la même manière que le *tube d'aval* de l'écluse de l'Aubois; à partir de l'instant où l'appareil ne relèvera plus beaucoup d'eau au bief supérieur, on laissera le tube levé de manière à obtenir une grande oscillation de vidange. Les choses seront disposées de manière que cette oscillation s'élèvera dans le bassin d'épargne à une hauteur égale à celle d'où elle était partie dans l'écluse. Quand on aura ensuite achevé de vider le sas, au moyen des vannes des portes d'aval, une oscillation de remplissage videra le bassin d'épargne jusqu'au niveau du bief d'aval, *sans qu'on ait à ouvrir aucune soupape*.

» L'épargne résultera donc: 1° de l'eau relevée au bief supérieur; 2° de toute l'eau qui était dans le bassin d'épargne, et dont une partie provenait de l'eau motrice de l'appareil élévatoire. Il est bien essentiel de remarquer que les grandes oscillations dont il s'agit, ayant beaucoup d'importance, si les choses sont bien disposées, il sera rationnel d'arrêter la machine élévatoire bien plus tôt qu'on ne l'aurait fait pour un appareil qui fonctionnerait sans bassin d'épargne. La manœuvre du tube mobile se réduira donc à un trop petit nombre de périodes pour être embarrassante; on peut, d'ailleurs, réduire à très-peu de chose l'effort nécessaire pour soulever le tube mobile, en donnant à celui-ci le même diamètre que celui de l'arête inférieure de son anneau, qui reposera alternativement sur le siége fixe.

» Il est essentiel de remarquer aussi qu'il ne sera pas nécessaire que le bassin d'épargne s'élève, à beaucoup près, jusqu'au niveau du bief d'amont, de sorte qu'il coûtera bien moins cher que pour le système à *oscillation unique*.

» Pour bien se rendre compte de l'avantage du système *mixte*, objet de cette Note, il faut ne pas oublier que, si les amplitudes des grandes oscillations sont trop considérables, cela augmente beaucoup les pertes de travail. Il est donc utile de *diviser* l'opération au moins en deux parties, afin de retrouver, pour les grandes écluses, des conditions qui ne s'éloignent pas trop de celles des écluses dites *de petite navigation*.

» Abstraction faite même du prix de construction, il y a des diamètres qu'on ne peut guère dépasser pour le grand tuyau de conduite, d'autant plus qu'il est très-important que ses extrémités puissent être *graduellement évasées*. On arrive même, par le calcul, à un singulier résultat pour le cas où le bassin d'épargne, au lieu d'avoir une section moindre que celle de l'écluse, aurait une section plus grande, et où le grand tuyau de conduite ne serait pas évasé à ses extrémités.

» Dans ce cas, en effet, il est facile de voir, au moyen de la formule rappelée dans ma Note du 19 novembre dernier, en y tenant compte des pertes de force vive aux extrémités, supposées sans évasement, qu'il ne suffit pas à beaucoup près, pour vider le sas par une seule oscillation et le remplir aussi par une seule oscillation, de donner à une écluse de grandeur ordinaire le même rapport entre sa section et celle du bassin d'épargne que le rapport qui suffit entre la section du bassin d'épargne et celle de l'écluse, quand cette dernière a une section plus grande que celle du bassin d'épargne pour que ce bassin soit rempli par une seule oscillation et vidé aussi par une seule oscillation.

» Je trouve, par le calcul, que dans l'hypothèse précitée, si l'on élargissait le bassin d'épargne, pour une écluse de grandes dimensions, au lieu de le rétrécir, ainsi que je l'ai dit dans ma Note du 10 décembre, on serait obligé, pour le système à *oscillation unique,* tel qu'un ingénieur a proposé de le modifier, de donner, à cause de la perte de force vive aux extrémités, une telle largeur au bassin d'épargne qui devrait dans ce système être alternativement rempli jusqu'au niveau du bief d'amont, que l'épargne serait nulle, si même elle n'était pas négative à cause des pertes d'eau par les défauts des vannes ou soupapes qui seraient alors nécessaires, tandis que je tiens à les supprimer. »

M. **Decaisne** fait hommage à l'Académie de la dernière livraison du *Jardin fruitier du Muséum.* L'ouvrage se compose de neuf volumes in-4°, accompagnés d'environ 500 planches.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu *d'Omalius d'Halloy.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Cailletet obtient.	33 suffrages
M. James Hales.	19 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Cailletet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Reproduction des sulfure, séléniure et tellurure d'argent cristallisés et de l'argent filiforme.* Note de M. J. MARGOTTET.

« L'argent, l'or et quelquefois le cuivre se rencontrent dans la nature en filaments contournés ou en fils très-déliés, dont l'aspect rappelle celui d'un métal passé à la filière. Ces trois métaux peuvent être obtenus artificiellement par voie sèche avec l'aspect filiforme qu'ils présentent à l'état natif, en réduisant par l'hydrogène leurs combinaisons avec le soufre, le sélénium et le tellure.

» J'étudierai dans cette Note la formation de l'argent filiforme au moyen du sulfure, du séléniure et du tellurure d'argent, en faisant connaître d'abord le procédé qui m'a permis d'obtenir ces trois corps à l'état cristallisé.

» 1° *Sulfure d'argent.* — On obtient le sulfure d'argent cristallisé en faisant passer de la vapeur de soufre entraînée lentement par un courant d'azote sur de l'argent porté à la température du rouge sombre. Dès que le soufre arrive au contact de l'argent, celui-ci se couvre de cristaux de sulfure d'argent qui croissent en grandeur et en nombre jusqu'au moment où l'argent est complétement sulfuré.

» On réalise ainsi la transformation de l'argent en sulfure cristallisé sans qu'on puisse apercevoir aucune trace de fusion de ce composé. Il importe que le courant de soufre soit très-lent, afin d'éviter la fusion du sulfure par suite du dégagement de chaleur qui se produit au moment de la combinaison.

» Le produit ainsi obtenu est composé de petits cristaux groupés de façon à présenter l'aspect de feuilles de fougère. En prolongeant l'action de la chaleur, le nombre de ces cristaux diminue et l'on finit par ne plus avoir qu'un très-petit nombre de cristaux qui atteignent de grandes dimensions et dont l'aspect rappelle les belles cristallisations de bismuth.

» La composition et les propriétés physiques du produit artificiel sont celles du sulfure naturel : AgS. D'après la mesure des angles, sa forme serait celle du dodécaèdre rhomboïdal.

» 2° *Séléniure et tellurure d'argent.* — Ces deux composés s'obtiennent comme le précédent, en faisant arriver au contact de l'argent chauffé au rouge des vapeurs de sélénium ou de tellure, entraînées par un courant

d'azote. L'argent se couvre de longues aiguilles pouvant atteindre jusqu'à 2 centimètres de longueur; par l'action prolongée de la chaleur, ces aiguilles se transforment en cristaux déterminables.

» Le séléniure d'argent artificiel AgSe est gris d'acier, très-brillant; il cristallise dans le système régulier sous la forme du dodécaèdre rhomboïdal.

» Le tellurure d'argent est noir; on l'obtient en chapelets d'octaèdres réguliers, réunis par leurs sommets.

» *Argent filiforme.* — Le sulfure d'argent cristallisé est intégralement transformé en argent métallique et filiforme par un courant d'hydrogène sec. Cette réduction s'effectue déjà à 440 degrés, température très-inférieure à celle de la fusion du sulfure, et alors elle est assez lente pour qu'on en puisse suivre toutes les phases.

» L'argent métallique se présente au début de l'opération, sous forme de petites aigrettes implantées à la surface des cristaux de sulfure; la réduction continuant, ces aigrettes deviennent des fils qui s'allongent et grossissent, par un mécanisme encore inexpliqué, aux dépens de l'argent sans cesse mis en liberté par l'hydrogène; au bout de quelque temps, ils présentent l'aspect de rubans contournés en spirale, entremêlés de petits fils ressemblant à des cheveux d'une extrême finesse, le tout supporté par des cristaux de sulfure ayant conservé leur forme primitive (1). L'argent ainsi mis en liberté a tout à fait l'aspect d'un métal étiré à la filière, et ne présente aucune trace de cristallisation.

» Les échantillons obtenus par cette méthode offrent la plus grande ressemblance avec les associations de sulfure d'argent cristallisé et d'argent filiforme que l'on rencontre si fréquemment dans la nature.

» La réduction du sulfure d'argent artificiel cristallisé produit toujours de l'argent filiforme, pourvu que la température à laquelle elle s'effectue soit comprise entre 440 degrés et le point de fusion du sulfure.

» Le séléniure et le tellurure d'argent cristallisés, chauffés dans un courant d'hydrogène, se transforment comme le sulfure en argent filiforme, mais la réduction de ces composés ne commence qu'aux températures les plus élevées que le verre puisse supporter.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître les circonstances dans lesquelles l'or et le cuivre s'obtiennent à l'état filiforme. »

---

(1) Ce phénomène rappelle assez bien la formation des serpents de Pharaon, par la combustion du sulfocyanure de mercure.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Emploi des laques d'éosine et de fluorescéine, pour la préparation de peintures décoratives sans poison.* Mémoire de M. E. **Turpin**, présenté par M. Wurtz. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Une solution d'éosine potassique ou sodique du commerce, traitée par un acide, donne un précipité d'acide éosique, insoluble dans l'eau. Ce précipité, lavé jusqu'à ce que l'eau commence à se colorer en rose, est insoluble dans l'hydrate d'oxyde de zinc et forme ainsi une laque très-riche (éosinate de zinc), qui peut varier depuis le rose jusqu'au rouge foncé (teinte vermillon), suivant la quantité d'acide éosique employée.

» L'acide éosique, dissous dans une solution de carbonate de soude et précipité par l'alun de potasse, donne également une laque très-riche. Ces laques résistent à une température relativement élevée et aux émanations sulfureuses. Elles peuvent être employées à la coloration, dans la masse, des caoutchoucs vulcanisés, car elles résistent parfaitement au degré de température requis pour la vulcanisation et au dégagement d'hydrogène sulfuré qui a lieu pendant cette action. Les teintes obtenues par ces laques sont, dans ce cas, incomparablement plus belles que les teintes obtenues par le sulfure de mercure (vermillon) et le sulfure d'antimoine, seuls employés jusqu'à ce jour. Appliquées à la peinture, elles peuvent facilement remplacer les vermillons, et ont sur ceux-ci l'avantage d'être absolument inoffensives.

» La fluorescéine pure forme également avec l'hydrate d'oxyde de zinc une laque jaune. Employées conjointement, l'éosine et la fluorescéine donnent des laques capables de remplacer les rouges et oranges de plomb (minium, mine orange, etc.), suivant la prépondérance de l'un ou de l'autre produit.

» Le chromate de zinc, étant traité par une solution potassique d'éosine, si l'on met l'acide éosique en liberté par une addition d'alun, on obtient, par l'évaporation à siccité du produit, des laques remarquables par la fraîcheur des teintes, qui peuvent varier depuis le jaune pâle jusqu'au rouge le plus vif. Ces laques peuvent remplacer avantageusement, à tous les points de vue, les chromates de plomb si nombreux, si différents dans leurs teintes et si vénéneux. Ces produits, bien qu'attaquables à l'eau, peuvent être employés avantageusement en peinture, car ils sont absolument indécomposables par les huiles et les essences, couvrent parfaitement et sont d'un bas prix de revient.

» L'innocuité de ces produits, la richesse de leur coloris m'ont engagé à les appliquer à la décoration des jouets en général, en remplacement des couleurs à base de plomb qui sont appliquées jusqu'ici, le plus souvent à l'eau, qui n'avaient pu être remplacées et qui sont si dangereuses pour les enfants.

» A l'aide de ces produits nouveaux et de divers autres, j'ai pu reproduire approximativement, avec des couleurs sans poison, la table chromatique de M. Chevreul, et j'ai composé une série de tubes représentant les 72 couleurs génératrices non dégradées. »

VITICULTURE. — *Pays vignobles atteints par le Phylloxera* (1877). Note de M. DUCLAUX.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'insecte, favorisé dans le Beaujolais par un hiver assez doux pour qu'on ait pu trouver au 20 janvier 1877 des femelles en train de pondre, a pris une large extension vers le nord. Non-seulement la région comprise entre Villefranche et Lyon a été atteinte, mais la tache qui existait l'année dernière à Villié-Morgon s'est étendue sur toute la contrée environnante. De nombreux coteaux du Beaujolais, Villié, Regnie, Fleurie, Saint-Lager, Emeringe, Chiroubles, montrent le Phylloxera en divers points. La tache de Mancey s'est agrandie et a gagné Dulphey et Royer.

» La rive droite du Rhône est donc atteinte jusqu'aux environs de Mâcon. Quant à la rive gauche, on a trouvé l'insecte à Meillones, Cursial, Jasseron et Drom, dans le département de l'Ain, indemne jusqu'ici.

» L'envahissement de l'Isère continue. Le mal y est grand le long du Rhône, et diminue d'intensité à mesure qu'on s'éloigne du fleuve. La vallée de la Bointre est attaquée à Bourgoin, Cessieu et Crémieu. Dans celle de l'Isère, le mal progresse assez lentement dans les points où il s'était déjà déclaré, et il s'est implanté cette année à Tullins et à la Buisse, entre Voiron et Voreppe. Il est là à l'entrée du Grésivaudan.

» Dans les hautes Alpes, la vallée du Buech est complétement envahie, rive droite et rive gauche, depuis Aspres jusqu'à Ribiers. Le massif du Ventoux, qui avait formé jusqu'ici une barrière puissante entre l'envahissement de l'insecte, est maintenant tourné, et il est désormais inutile de le laisser en blanc sur les cartes d'invasion. De la vallée du Buech, le Phylloxera a atteint Gap par les communes de Veynes, Montmaur et Laroche. La vallée de la Durance n'est pas mieux traitée et est prise depuis Tallard. Dans celle

de la Bléone le mal remonte jusqu'au-dessus de Digne. Dans toute cette région, la maladie a atteint presque l'extrême limite de la vigne, et n'a plus devant elle que le massif des Alpes.

» Sur les trois arrondissements du Var, deux, Toulon et Brignolles, sont complétement envahis et aux trois quarts détruits. Dans celui de Draguignan, il n'y a d'indemnes que les communes de Bagnols-les-Adrets, de Montauroux, Saint-Paul, Tanneron, Callian, Claviers, Callal, Bergemont, Château-Double et Seillans. Le Muy, le Pujet de Fréjus, Fréjus et Saint-Raphaël, sur la rive gauche de l'Argens, non envahies l'an dernier, sont atteintes cette année sur divers points.

» Dans les Alpes-Maritimes, le mal a gagné en intensité et en étendue dans les communes de Cagnes et Cannes, où il avait apparu l'an dernier. Il a eu une marche plus lente aux environs de Nice, et l'on n'a pas constaté de point d'attaque nouveau.

» Si nous suivons maintenant le contour ouest de la tache, nous voyons que la maladie est venue se heurter contre la chaîne des Cévennes qui, sur toute la longueur du département de l'Ardèche, sert de rempart aux rares vignobles de la Haute-Loire. Mais ce rempart a cessé d'être suffisant cette année pour protéger l'Aveyron contre le large foyer d'invasion du Gard, et le vent d'ouest, si violent dans la vallée de la Dourbie, y a apporté l'insecte. Une série de points d'attaque existent tout le long de cette vallée, depuis l'extrême limite des vignes jusqu'à Nant. Une autre tache a paru à Saint-Sulpice, dans la vallée du Trévezet, sur la limite même du Gard. Notons, en passant, que ce département est aussi envahi par l'ouest, et que c'est sur lui que se fera la fusion des deux grandes colonnes d'invasion du sud de la France.

» La Lozère offre aussi, comme l'Aveyron, deux petites taches dans la partie supérieure du cours du Tarn, en face du Gard et au pied du massif montagneux qui sépare les deux départements.

» Enfin, en ce qui concerne l'Hérault, on doit considérer comme perdus, ou peu s'en faut, tous les vignobles situés dans la moitié est du département, suivant une ligne qui suivrait la rive gauche de la Leigne et celle de l'Hérault. Il faut en excepter la région voisine de Florensac et d'Agde, où il y a encore des vignes en bon état. Sur la rive droite de l'Hérault, il y a beaucoup de mal de Panlhan à Clermont, et de Panlhan à Roujan et Gabian. Plus à l'est, dans les arrondissements de Beziers et Saint-Pons, on trouve de nombreux points d'attaque nouveaux, dont le plus important est à Capestang. L'Aude commence à être envahie, et le riche vignoble de Nar-

bonne fortement menacé. Je note, d'après M. G. Bazille, et pour cette région, ce fait curieux, que les vignobles du bord de la mer, sur quelques kilomètres de largeur, se conservent beaucoup plus longtemps que les autres : est-ce l'influence de l'humidité du sous-sol, de la richesse du sol, de la lenteur de l'invasion, qui, grâce à la mer, ne peut se faire que d'un côté? Les trois causes interviennent peut-être, et surtout les deux premières. Quoi qu'il en soit, le fait est intéressant à signaler. »

VITICULTURE. — *Les ennemis naturels du Phylloxera en Allemagne.* Note de M. A. **Blankenhorn.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« M. Laliman et M. Balbiani ont adressé récemment à l'Académie des Communications concernant un ennemi naturel du Phylloxera. M'occupant déjà depuis quelques années de cette question, j'ai l'honneur d'adresser moi-même à l'Académie quelques publications qui pourront peut-être faire avancer la question la plus importante, selon moi, parmi celles qui concernent le Phylloxera, celle des ennemis naturels.

» Les observations de M. Laliman sont d'un grand intérêt, d'autant plus qu'elles concordent avec celles de M. Riley (¹). Dans le magnifique travail que Riley a publié sur le Phylloxera, il cite et figure huit ennemis naturels de cet insecte, dont six du Phylloxera des galles : 1° le *Thrips Phylloxeræ*: 2° la *Chrysopa plorabunda;* 3° différentes espèces de *Coccinella;* 4° la larve de la mouche du *Syrphus* (que M. Laliman a observée); 5° une mouche *Leucopis;* 6° l'*Anthocoris insidius;* et enfin deux ennemis du Phylloxera des racines : le *Tyroglyphus Phylloxeræ* et l'*Hoplophora arctata.* Riley publie, dans son septième Rapport (p. 104), quelques observations sur les ennemis naturels du Phylloxera; il a observé que la larve du *Chrysopa tabira* (Fitch) est un ennemi naturel du Phylloxera des galles; il fait en même temps mention d'une observation de Roesler, qui a trouvé que le myriapode *Pollyxenus lagurus* attaque le Phylloxera des racines.

» J'ai étudié cette question, autant qu'il m'a été possible dans un pays où l'on ne trouve le Phylloxera que rarement; j'ai observé que le *Tyroglyphus Phylloxeræ* est un des ennemis les plus redoutables du Phylloxera; j'avais des tubes de verre clos, pleins de racines infestées de Phylloxeras,

---

(¹) *Sixth annual report of the State entomologist of Missouri* de l'an 1874.

et j'ai observé que le Phylloxera disparaissait complétement, tandis que les *Tyroglyphus* se sont augmentés d'une manière considérable. Les mêmes observations ont été faites par Selnader à Bordeaux et Oberlin à Bollweiler.

» Une autre observation que j'ai faite pourrait être encore plus intéressante. Au mois de janvier 1875, l'employé technique de mon Institut œnologique, M. le docteur Morlz, et moi, nous avons trouvé le Phylloxera sur des racines de deux ceps, l'un de l'espèce *Isabella*, l'autre de l'espèce *Chasselas fondant*. L'*Isabella*, qui était probablement la cause de l'infection, a été planté il y a vingt-deux ans dans l'école d'arboriculture de Carlsruhe; le foyer d'infection était intéressant par sa petite extension, qui n'a pu être expliquée à cette époque, car le Phylloxera s'était multiplié d'une manière considérable à Carlsruhe, dans des conditions beaucoup moins favorables, sur des racines allemandes encloses dans des cylindres de verre. Je dois ajouter que nous avons continué nos recherches à l'école d'arboriculture au mois de juin de la même année, pour voir si l'infection s'était bornée aux deux ceps infectés, qu'on avait détruits aussitôt que leur maladie avait été constatée. Le cep le plus proche de l'endroit où les deux ceps infectés se trouvaient avant leur destruction (appartenant à l'espèce *Chasselas fondant*) ne portait que cinq Phylloxeras vivants; les autres ceps de la collection étaient parfaitement sains : c'est seulement depuis quelques jours que j'ai trouvé l'explication de ce petit foyer d'infection.

» Je possède une grande collection de préparations microscopiques d'insectes trouvés sur des vignes envoyées à mon Institut pour être examinées, et cette collection contient également toutes les préparations microscopiques qui ont été faites à l'occasion des recherches sur des vignes phylloxérées. En faisant un catalogue général de cette collection, j'ai trouvé que les vignes examinées en 1875 portaient six Phylloxeras, onze *Hoplophora arctata* et quatre *Tyroglyphus Phylloxeræ*. Il est évident que les Phylloxeras ne pouvaient pas se multiplier sur les ceps, à cause de la présence de leurs ennemis naturels.

» On croit, en général, que les ennemis du Phylloxera ne se trouvent qu'en petite quantité sur les ceps; je dois constater que nous avons trouvé le *Hoplaphora arctata* et le *Tyroglyphus Phylloxeræ* en très-grande quantité sur des vignes allemandes; le *Pollyxenus lagurus*, en quantité très-considérable, sur les vignes du canton de Vaud, et le *Gamasus Blankenhornii*, en quantité considérable, sur des vignes provenant de semis américains du Taylor.

» Je crois donc que le peu d'extension des foyers du Phylloxera, en

Allemagne, ne peut être expliqué qu'en admettant que les ceps infectés ont été peuplés, *avant* l'infection du Phylloxera, par des ennemis naturels qui se sont opposés à sa multiplication [1]. »

M. **Ed. Martineau** adresse des échantillons de sulfure de carbone et de sulfocarbonate de potasse, fixés à l'état solide dans un mucilage extrait des algues marines.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **J. Ruelle**, M. **G. Paris** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Aug. Poret** adresse une Lettre relative à sa précédente Communication, sur la résistance du plan de rotation d'un volant à la force vive de ce volant, et une Note sur un projet de *géoscope*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **J. Croce** adresse des échantillons de minerais propres à la fabrication des émaux.

(Commissaires : MM. Boussingault, Fremy.)

M. **A. Saurel** adresse une Note relative à un projet de sifflets d'alarme, destinés à prévenir les accidents de chemins de fer.

(Commissaires : MM. Phillips, Tresca.)

M. **H. Adams** adresse, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, un Mémoire sur l'influence du charbon dans l'alimentation.

(Renvoi à l'examen de M. Boussingault.)

M. **Thiffenden**, M. **F. Knapf**, M. **Deslauriers**, M. **Anthony** adressent diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

---

(1) Ayant conservé des racines du foyer d'infection de Carlsruhe, je les ai examinées encore une fois au microscope et j'y ai observé vingt exemplaires d'*Hoplophora arctata* et seulement un exemplaire du Phylloxera.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Faye* et *Chasles* sont désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique en 1878, au titre de membres de l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *Lunier*, intitulé : « Production et consommation des boissons alcooliques de France »;

2° Un Rapport de M. *Durand-Claye*, sur la question des eaux d'égout;

3° Un ouvrage de M. *J. Rambosson*, intitulé : « Les harmonies du son et les instruments de musique ».

M. le **Secrétaire perpétuel**, en présentant à l'Académie une brochure de M. *Melsens*, relative au paratonnerre établi sur l'hôtel de ville de Bruxelles en 1865 et intitulée : « Des paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples », donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« J'ai cherché à motiver les points principaux, sur lesquels l'attention doit se porter : La protection m'a paru plus certaine, plus efficace, par l'emploi : 1° de conducteurs multiples à faible section; 2° de pointes multiples ou d'aigrettes déliées; 3° de raccordements multiples avec le réservoir commun.

» La partie faible du paratonnerre de Franklin, c'est-à-dire le raccordement avec le réservoir commun, a été particulièrement soignée; en effet, les conducteurs aériens sont rattachés à la terre : 1° par un puits dans lequel ils se terminent par une surface métallique très-considérable, toujours baignée d'eau; 2° ils sont fixés, au moyen d'une dérivation spéciale, à la canalisation du gaz, et 3° de même à la canalisation de la distribution de l'eau potable.

» Un appendice au travail signale les applications de ce système de paratonnerres aux cas particuliers qui se présentent : églises de villages, châteaux, fermes, etc., etc. »

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les intégrales intermédiaires de l'équation à dérivées partielles générale exprimant que le problème des lignes géodésiques, considéré comme problème de Mécanique, admet une intégrale rationnelle par rapport aux composantes de la vitesse du mobile.* Note de M. **Maurice Lévy**.

« V. Appliquons d'abord la méthode exposée dans notre précédente Communication à la recherche de la condition pour que le problème des

lignes géodésiques admette une intégrale de la forme

$$(11)\qquad (q + Ap)^{\alpha}(q + A_1 p) = C,$$

où α est un nombre quelconque positif ou négatif. Les formules (7), (7 *bis*) et celle de définition (5) donnent, en désignant les dérivées de la fonction inconnue L par les notations habituelles,

$$U_1 = \alpha A + A_1 = \frac{-\frac{Y'}{Y}q - (1+\alpha)t}{s},$$

$$U_{-1} = \frac{\alpha}{A} + \frac{1}{A_1} = \frac{-\frac{X'}{X}p - (1+\alpha)r}{s}.$$

» La seconde (4) devient ici

$$A^{\alpha}A_1 = \frac{-X}{Y}.$$

» Si, entre ces trois équations, on élimine A et A_1, on aura l'équation cherchée à laquelle devra satisfaire L. On voit que, quelque soit α, cette équation sera toujours aux dérivées partielles du second ordre.

» Dans le cas où $\alpha = -1$, qui est celui étudié par M. Bonnet, on trouve facilement, en prenant X et Y pour variables, au lieu de x et y,

$$s = \frac{\sqrt{pq}}{x+y};$$

nous ne nous arrêterons pas à cette équation, étudiée par M. Bonnet.

» Le second cas, dont M. Bonnet s'est occupé, répond à $\alpha = -2$; l'équation correspondante est $4(\rho + \tau) - \rho^2\tau^2 + 6\rho\tau + 3 = 0$, en supposant, comme on en a le droit, $X = 1$, $Y = -1$.

» Pour $\alpha = 2$ on trouve précisément l'intégrale intermédiaire particulière de l'équation du troisième ordre de notre première Communication; pour $\alpha = 3$ on trouve l'intégrale intermédiaire de l'équation du quatrième ordre de notre avant-dernière Communication.

» Ainsi, la première de ces intégrales intermédiaires répond au cas où l'intégrale algébrique du troisième degré du problème de Mécanique admet une racine double; la seconde, au cas où l'intégrale algébrique du quatrième degré du problème de Mécanique admet une racine triple.

» Il est facile maintenant de généraliser ce fait et de montrer que l'équation à dérivées partielles en λ, exprimant que le problème des lignes géodé-

siques admet une intégrale algébrique et entière de degré quelconque n, comporte nécessairement autant d'intégrales intermédiaires particulières qu'un polynôme, de degré n, comporte de combinaisons de racines multiples.

» Soit, en effet, $\lambda_n = 0$ l'équation en λ exprimant qu'il existe une intégrale entière C. Si l'on demande, en outre, que cette intégrale comporte un certain nombre de racines multiples, cela suppose un certain nombre de relations entre les coefficients du polynôme C; et, comme ces coefficients s'expriment eux-mêmes en λ, cela exige que la fonction λ satisfasse non-seulement à l'équation de condition $\lambda_n = 0$, mais à un certain nombre d'autres équations de condition $\lambda'_n = 0$, $\lambda''_n = 0 \ldots$.

» Il semblerait, d'après cela, que les cas où il existe des intégrales algébriques et entières admettant des racines multiples soient très-exceptionnels, puisqu'ils ne peuvent se présenter que si la fonction λ satisfait simultanément à plusieurs équations aux dérivées partielles.

» Mais, en recherchant directement de telles intégrales par la méthode exposée dans notre dernière Communication, on voit, au contraire, que leur existence ne suppose qu'une seule équation de condition en λ, soit, par exemple, $\lambda_i = 0$, laquelle est d'ordre inférieur à l'ordre de l'équation $\lambda_n = 0$; donc l'intégrale générale de $\lambda_i = 0$ est nécessairement *solution commune* à toutes les équations $\lambda_n = 0$, $\lambda'_n = 0$, ... ; elle est, en particulier, solution de la première de ces équations, dont elle constitue ainsi une intégrale intermédiaire, ce qu'il fallait démontrer.

» Ce fait n'est pas sans analogie avec celui qu'a signalé pour la première fois M. Bonnet dans la théorie des surfaces triplement orthogonales. En s'y prenant par la méthode de M. Serret, ou en partant, comme l'a démontré M. Darboux, des équations en H_i de Lamé, on trouve que, pour qu'une famille de surfaces puisse faire partie d'un système orthogonal, il faut qu'une certaine fonction satisfasse *simultanément à deux équations* aux dérivées partielles du sixième ordre; tandis que M. Bonnet a montré qu'il suffit que le paramètre de la famille de surfaces satisfasse à *une* équation unique du troisième ordre.

» Les raisonnements qui précèdent montreraient aussi bien que l'équation en λ, exprimant l'existence d'une intégrale fractionnaire, admet nécessairement autant d'intégrales intermédiaires particulières que le numérateur et le dénominateur de la fraction comportent de combinaisons de racines multiples.

» Bour, dans son Mémoire sur ce sujet, propose d'appeler *surface de la*

$n^{ième}$ *classe* celles pour lesquelles le problème des lignes géodésiques admet une intégrale entière de degré n.

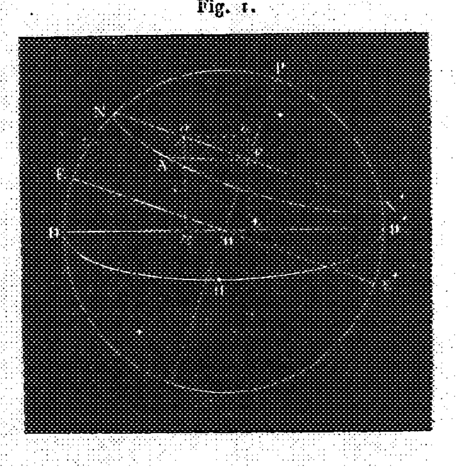
» On voit, par ce qui précède, que si l'on voulait adopter une classification tirée de cet ordre d'idées, il serait plus naturel de la baser non sur le degré de l'intégrale du problème des lignes géodésiques, mais sur le nombre des zéros *distincts* de cette intégrale, chaque zéro n'étant compté que pour 1, quel que soit son degré de multiplicité; et si l'on voulait étendre cette même classification aux surfaces pour lesquelles le problème des lignes géodésiques admet une intégrale fractionnaire, il faudrait se régler, non d'après la somme des nombres représentant les degrés du numérateur et du dénominateur de la fraction, mais d'après la somme formée par le nombre de ses zéros et celui de ses infinis, chaque zéro, ainsi que chaque infini, n'entrant qu'une fois en ligne de compte, quel que soit son degré de multiplicité. »

ASTRONOMIE. — *Calcul de la longitude ou de l'heure de Paris, à la mer, par les occultations d'étoiles.* Note de M. BAILLE.

« L'heure de l'occultation ayant été notée au compteur, il s'agit de déterminer l'heure de Paris correspondante. On déterminera soit directement, soit d'après les points observés de la veille et du lendemain, l'heure moyenne du lieu, H_m, et la latitude au moment de l'observation. L'angle horaire de l'étoile au même instant sera

$$P = H_{sid.} - Æ = (H\,moy.)^{sid.} + T.S.m.moy.\ du\ lieu - Æ\,\star.$$

Fig. 1.



Soient (*fig.* 1) O le centre de la Terre, PND le méridien universel, DHD' le

plan horizontal de projection du tracé graphique, NAN' le parallèle du lieu, NA l'angle horaire P. Les coordonnées du point A sont Aa perpendiculaire sur NN' et $a\alpha$ perpendiculaire sur OD. Dans l'épure de prédiction, on les obtenait par rabattement, mais il est facile d'en avoir les valeurs numériques. Posons EN = L (latitude géocentrique), EOD = déclin. ★; ON = ρ, rayon de latitude, NF = r, rayon du parallèle; NFA = P (angle horaire déterminé). Nous aurons

$$(1) \qquad x = \mathrm{A}a = r\cos\mathrm{P} = \rho\sin\mathrm{L}\cos\mathrm{P},$$

$$(2) \qquad \begin{cases} y = a\alpha = \mathrm{F}n + \mathrm{F}m = \mathrm{FO}\cos\mathrm{FO}n + a\mathrm{F}\sin\mathrm{F}am \\ \quad = \rho\sin\mathrm{L}\cos\mathrm{D} + \rho\cos\mathrm{L}\cos\mathrm{P}\sin\mathrm{D}. \end{cases}$$

» Traçons (*fig.* 2) les deux axes de coordonnées passant par le point ε,

Fig. 2.

qui représente l'étoile, et prenons $\varepsilon a_1 = x$, $a_1\mathrm{A}_1 = y$. Pour l'heure de Paris erronée correspondant à l'heure du compteur, calculons la position L de la Lune.

» En posant $\mathrm{A}_1\mathrm{L} = \delta$ et $\frac{1}{2}$ diamètre vrai ☾ $= d$, on devrait avoir, si l'heure de Paris était exacte : $\delta = d$. Or $\delta = \sqrt{\overline{\mathrm{A}_1 l}^2 + \overline{\mathrm{L}l}^2}$; mais

$$\mathrm{L}l = \mathrm{L}\lambda - y = (\text{diff. décl. ☾ ★}) - y;$$

$$\mathrm{A}_1 l = x - \varepsilon\lambda = x - (\text{diff. Æ ☾ ★}) \times \cos\mathrm{D}★;$$

donc

$$\delta = \sqrt{(\text{diff. décl.} - y)^2 + (x - \text{diff. Æ} \cos\mathrm{D})^2}.$$

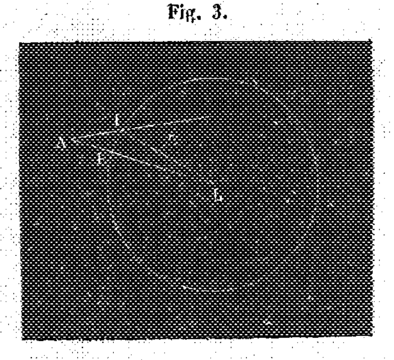
» Comme l'heure de Paris est fausse, δ ne sera pas égal à d, mais en différera d'une petite quantité. On calculera une deuxième distance δ' à une ou deux minutes d'intervalle de la première, de manière que d soit compris

entre δ et δ'. Une simple proportion fera dès lors connaître à quelle heure de Paris la distance des centres était exactement égale à d.

» On ne commettra jamais d'erreur sur le sens dans lequel on doit porter les quantités x, y, puisqu'on n'aura qu'à suivre pas à pas le tracé graphique. La valeur absolue de y admet, il est vrai, le double signe entre ses deux termes, mais il n'y aura jamais d'hésitation à cet égard; car la figure montre immédiatement que le signe $+$ doit être appliqué lorsque le point a est plus élevé que le point F, et le signe $-$ dans le cas contraire. Les sin et cos des angles L, D, P seront pris à la minute près seulement. Le rayon de la latitude, ρ, ou parallèle horizontale du lieu, est la seule quantité à déterminer exactement. On l'obtiendra à l'aide de la correction indiquée dans la *Connaissance des Temps* (p. 700). La latitude géocentrique se déduira de la latitude observée et de l'angle à la verticale. Si les *coordonnées apparentes* de l'étoile ne se trouvaient pas dans la *Connaissance des Temps*, on prendrait les coordonnées moyennes (*Éléments pour les occultations*) que l'on transformerait, comme il est dit (p. 364), en appliquant de préférence le procédé intitulé « *Autre méthode* ».

» L'heure exacte de Paris étant obtenue, il est prudent, comme vérification, de calculer directement, pour cet instant, le distance des centres. Les valeurs x, y sont invariables, puisque les cordonnées de l'étoile et son angle horaire calculé ne changent pas. On peut éviter le calcul de la deuxième distance δ', en opérant de la façon suivante: Désignons par α (*fig.* 3) l'angle que le rayon de la Lune, au point d'immersion, fait avec

Fig. 3.



la route relative de l'étoile. Cet angle est mesuré au degré près sur le tracé de prédiction.

» Soit $AL = \delta$ la première distance dont l'erreur est $AB = e$. On trouvera aisément

$$AI = \frac{e}{\cos\alpha} - \frac{e^2}{\cos^2\alpha}\,\frac{\sin\alpha\,\tang\alpha}{d}.$$

Le temps que l'étoile met à franchir la distance AI se déduira du chemin parcouru en une heure sur le tracé graphique. On corrigera de cet intervalle l'heure de Paris supposée. L'heure plus approchée, ainsi déduite, sera vérifiée par un calcul direct de distance; il est donc toujours inutile de pousser jusqu'au second terme. Il est avantageux souvent de construire graphiquement sur une large échelle le triangle AIL, surtout quand l'angle α dépasse 45 degrés.

» Dans la pratique, les résultats de cette méthode ont toujours concordé exactement avec ceux des méthodes les plus précises, bien que le calcul soit notablement abrégé. On remarquera, de plus, que cette manière d'opérer n'exige pas le calcul du $\frac{1}{2}$ *diamètre apparent* de la Lune.

» On calculerait de la même manière les phases d'une éclipse de Soleil pour un lieu donné. Dans ce cas, la simplification apportée par l'emploi de l'angle α est particulièrement avantageuse. »

M. Lœwy, en présentant cette Note de M. Baills, ajoute les observations suivantes :

« L'opinion de M. Baills est qu'on ne profite pas suffisamment des ressources qu'offrent, pour la détermination des longitudes, les occultations des astres par le disque lunaire; il attribue la rareté des résultats obtenus aux difficultés provenant de l'exécution des calculs. Je partage complétement cette opinion; en effet, les calculs qui se basent sur une théorie complexe sont très ardus, sujets à erreur, et il arrive souvent que les personnes qui ont fait ces observations ne parviennent pas à en tirer les conséquences. Ce sont ces considérations qui m'ont engagé moi-même à publier, dans la *Connaissance des Temps de* 1879, de nouveaux éléments destinés à faciliter ce genre de calculs et qui permettent de conclure la longitude cherchée avec toute la précision que comporte ce mode d'observation.

» M. Baills n'aspire pas, au point de vue de la précision, à la même rigueur; la méthode graphique qu'il a imaginée est surtout destinée aux applications en mer. La construction proposée est facile à saisir et peut être rapidement exécutée; elle possède la précision nécessaire en pareille occurrence.

» J'ai la conviction que M. Baills a rendu un service très-important aux navigateurs; ils ne seront plus obligés de négliger le seul procédé qui leur reste quelquefois pour connaître avec certitude la position du navire, et qui, par suite, leur permet d'éviter les accidents les plus graves. »

MÉCANIQUE. — *Sur les conditions aux limites dans le problème des plaques élastiques.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans un Mémoire publié en juillet, août et septembre de cette année au *Journal de Mathématiques*, M. Maurice Levy conteste (p. 231) la possibilité de fondre en une seule, comme je l'ai fait en 1871, les deux conditions de Poisson qui concernent les *efforts tranchants* et les *couples de torsion* appliqués au cylindre contournant d'une plaque mince; il rejette cette fusion, au moyen de laquelle j'avais pu mettre d'accord l'analyse de Poisson, sans en rien supprimer, avec celle de M. Kirchhoff. Je me propose de montrer que la critique de M. Levy ne résiste pas à l'examen, et que les résultats de ses propres calculs viennent confirmer la théorie qu'il combat.

» Pour arriver à ses conditions aux limites, Poisson a divisé le cylindre contournant d'une plaque en bandes, par des génératrices infiniment voisines, et il a regardé comme indifférent le mode de répartition des pressions extérieures le long de la génératrice intermédiaire qui divise chaque bande en deux parties égales : seuls, le couple et la force totale (appliquée au contour du feuillet moyen de la plaque), qui équivalent statiquement à l'ensemble de ces actions, lui ont paru influer sur les déformations produites à une certaine distance du bord. On conçoit l'utilité de ce principe, accepté par M. Levy, pour rendre le problème accessible; car il fournit un moyen de se débarrasser des anomalies ou perturbations locales compliquées, qui se présentent généralement pres du contour des plaques, en permettant de choisir le mode de répartition des actions extérieures, le long de chaque génératrice, qui atténue le plus ces perturbations ou même, s'il est possible, qui les supprime tout à fait. Or ce principe se justifie au moyen d'un autre plus général (mis en évidence par M. de Saint-Venant), consistant en ce que *des forces extérieures qui se font équilibre sur un solide élastique, et dont les points d'application sont tous à l'intérieur d'une certaine sphère, ne produisent pas de déformations sensibles à des distances de cette sphère d'une certaine grandeur par rapport à son rayon*. Il répugnerait, en effet, que l'influence statique d'actions finies, confinées toutes dans une région déterminée, pût se faire sentir avec une notable intensité jusqu'à toute distance de cette région. Par suite et à cause de la superposition des petits effets, le mode effectif d'équilibre d'une plaque ne sera changé qu'infiniment peu si l'on applique à une petite portion de son contour un système

de forces comparables individuellement à celles que supporte déjà cette portion du contour, mais se faisant mutuellement équilibre. Les nouvelles déformations dues à ces forces n'auront de valeurs sensibles que dans le voisinage de la région d'application. Si l'on introduit pareillement, sur toutes les petites portions du contour, des systèmes de forces se faisant équilibre, les déformations totales qui en résulteront seront négligeables en comparaison des déformations antérieures dues à l'ensemble des forces que supportait déjà la plaque, abstraction faite toutefois d'une zone de peu de largeur, contiguë au contour. En d'autres termes, il est permis à l'analyste de remplacer les vraies forces appliquées dans le voisinage du cylindre contournant par d'autres statiquement équivalentes, distribuées à volonté *dans les mêmes régions très-petites en tous sens,* soit quand les nouveaux points d'application sont pris sur les mêmes normales aux bases de la plaque que les premiers (comme l'admet M. Levy), soit quand ils sont pris un peu à côté. Or c'est précisément un tel transport latéral, objet d'une prévention non justifiée de M. Levy, qui m'a permis d'imprimer une rotation de 90 degrés aux couples de torsion, et de les *fondre* dans les efforts tranchants, de manière à leur faire produire avec ceux-ci un seul mode de déformation général, qui est une *flexion.* Cette réduction de deux conditions à une n'est pas d'ailleurs indifférente, puisqu'elle seule rend possible, de l'avis même de M. Levy, une répartition des pressions extérieures qui fasse disparaître entièrement les perturbations, c'est-à-dire qui réalise les modes de déformation regardés comme les plus simples par tous les géomètres.

» Au contraire, M. Levy, se refusant à effectuer la réduction dont il s'agit, est obligé de superposer aux solutions classiques une intégrale d'une autre nature, représentative de ce que j'appelle des *perturbations,* et contenant une fonction des deux coordonnées non transversales x, y qu'on puisse charger de vérifier la condition aux limites surabondante. L'intégrale qu'il adopte ne correspond à aucun mouvement du feuillet moyen : les déplacements u, v, w y valent respectivement $\frac{d\zeta}{dy}\sin\frac{\pi z}{2\varepsilon}$, $-\frac{d\zeta}{dx}\sin\frac{\pi z}{2\varepsilon}$, o, où 2ε désigne la petite épaisseur de la plaque et ζ une fonction de x, y à dérivées successives rapidement croissantes, régie par l'équation $\Delta_2\zeta = \frac{\pi^2\zeta}{4\varepsilon^2}$. Dans les cas utiles à considérer, l'état physique varie assez graduellement d'un point à l'autre pour que les courbes $\zeta =$ const. soient sensiblement droites et parallèles sur des étendues de dimensions bien supérieures à 2ε. Alors la dérivée seconde de ζ suivant une tangente à ces courbes est insignifiante devant la dérivée seconde de ζ le long d'une normale n, et $\Delta_2\zeta$

vaut, à fort peu près, $\frac{d^2\zeta}{dn^2}$. L'équation indéfinie en ζ, ainsi devenue $\frac{d^2\zeta}{dn^2} = \frac{\pi^2\zeta}{4\epsilon^2}$, montre que ζ est la somme ou la différence de deux exponentielles, dont chacune, si elle est sensible sur la courbe $\zeta =$ const. d'où l'on est parti, tend très-rapidement vers zéro, d'un côté de cette courbe, et grandit, au contraire, de l'autre côté, au point que les déformations y dépassent bientôt toute limite d'élasticité admissible. C'est dire que les courbes $\zeta =$ const. sur lesquelles ζ est sensible diffèrent très-peu du contour même de la plaque, et que les deux exponentielles se réduisent à une seule, rapidement évanouissante dès qu'on va du contour vers l'intérieur. De plus, en observant que, sur le contour, des dérivées secondes prises une fois ou deux fois le long d'une tangente ds au contour sont insensibles à côté de $\frac{d^2\zeta}{dn^2}$, on trouve aisément, pour valeurs correspondantes de l'effort tranchant, du couple de torsion et du couple de flexion, $-2\mu\frac{d\zeta}{ds}$, $2\mu\frac{4\epsilon^2}{\pi^2}\frac{d^2\zeta}{dn^2}$, 0, ou $-2\mu\frac{d\zeta}{ds}$, $2\mu\zeta$, 0. Cet effort tranchant et la dérivée en s du couple correspondant de torsion ont donc leur somme nulle, comme l'est le couple de flexion; en sorte que les solutions totales auxquelles arrive M. Levy satisfont d'elles-mêmes aux conditions Kirchhoff (lorsqu'on y supprime les termes en ζ négligeables, comme on a vu), et rentrent dans la théorie classique. On voit, en outre, que la fonction ζ, à une petite distance n du bord, vaut l'excès du couple vrai de torsion aux points voisins sur la valeur que lui attribue la solution Kirchhoff, divisé par le double du coefficient d'élasticité de glissement μ, et par le nombre dont le logarithme naturel est $\frac{\pi n}{2\epsilon}$.

» En somme, l'ingénieuse analyse de M. Levy ajoute aux résultats connus l'expression des perturbations qui se produisent près du contour, quand les actions extérieures sont réparties sur chaque génératrice du cylindre contournant d'une certaine manière très-spéciale. On obtiendrait ces perturbations, pour des modes de distribution moins particuliers, en superposant une infinité d'intégrales analogues à celle de M. Levy, ou déduites de celle-ci par la substitution à π de ses multiples, et en mettant des cosinus au lieu de sinus pour les multiples pairs. Alors on pourrait disposer, sur chaque génératrice du cylindre contournant, d'une fonction arbitraire de z au lieu d'une simple constante, et laisser leur vraie valeur aux forces individuelles dont le couple de torsion est l'équivalent total; mais il y aurait encore loin de là aux trois fonctions arbitraires de z qu'il faudrait dans le cas général. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation de Lamé.* Extrait d'une Lettre de M. **Brioschi** à M. Hermite.

« En étudiant vos Mémoires et la Note de M. Fuchs, je suis arrivé à une transformation de l'équation différentielle de Lamé qui me semble digne de quelque intérêt, et que je m'empresse de vous communiquer, bien que mes occupations m'empêchent, pour le moment, d'aller plus au fond de cette recherche.

» L'équation différentielle de Lamé étant

$$\frac{d^2y}{du^2} = [h + n(n+1)k^2 \operatorname{sn}^2 u]y,$$

si l'on pose

$$\varphi(x) = 4x^3 - g_2 x - g_3 = 4(x - e_1)(x - e_2)(x - e_3)$$

et que l'on transforme l'équation même au moyen d'une des relations

$$x - e_1 = (e_2 - e_1)\operatorname{sn}^2 u, \quad x - e_2 = (e_1 - e_2)\operatorname{cn}^2 u, \quad x - e_3 = (e_1 - e_3)\operatorname{dn}^2 u,$$

en supposant $k^2 = \frac{e_1 - e_2}{e_1 - e_3}$, on obtient l'équation différentielle

(1) $$y'' + py' + qy = 0,$$

dans laquelle

$$y' = \frac{dy}{dx}, \quad y'' = \frac{d^2y}{dx^2}, \quad p = \frac{1}{2}\frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)}, \quad q = -\frac{mc + n(n+1)x}{\varphi(x)}$$

et

(2) $$mc = h(e_3 - e_1) - n(n+1)e_1.$$

m est un coefficient numérique, c une constante. De la valeur de p on déduit que, en nommant y_1 une intégrale particulière de l'équation (1), une autre intégrale particulière y_2 sera donnée par l'équation

$$y_2 = y_1 \int \frac{dx}{y_1^2 \sqrt{\varphi(x)}}.$$

» Cela posé, soit

$$m = -(n^2 + n - 3) \quad \text{et} \quad n = 1.$$

En posant, dans l'équation (1), $y = \sqrt{x - c}$, on obtient

$$\frac{1}{4\varphi(x)} \frac{4c^3 - g_2 c - g_3}{(x - c)^{\frac{3}{2}}} = 0,$$

c'est-à-dire que $y_1 = \sqrt{x-c}$ est une intégrale particulière pour les valeurs de c, qui rendent $4c^3 - g_2 c - g_3 = 0$ ou pour $c = e_1, e_2, e_3$. On aura donc, dans ces trois cas, les intégrales

$$y_1 = \sqrt{x-e_1}, \quad y_2 = \sqrt{x-e_1}\int\frac{dx}{(x-e_1)\sqrt{\varphi(x)}},$$
$$y_1 = \sqrt{x-e_2}, \quad y_2 = \sqrt{x-e_2}\int\frac{dx}{(x-e_2)\sqrt{\varphi(x)}},$$
$$y_1 = \sqrt{x-e_3}, \quad y_2 = \sqrt{x-e_3}\int\frac{dx}{(x-e_3)\sqrt{\varphi(x)}},$$

et l'équation (2) donne, pour les valeurs correspondantes de h,

$$c = e_1, \quad h = -(1+k^2); \quad c = e_2, \quad h = -1; \quad c = e_3, \quad h = -k^2,$$

ou les trois cas considérés par M. Fuchs.

» Soit $n = 2$; en posant, dans l'équation (1), $y = \frac{\sqrt{\varphi(x)}}{\sqrt{x-c}}$, on obtient

$$\frac{3}{4\sqrt{\varphi(x)}}\,\frac{4c^3-g_2c-g_3}{(x-c)^{\frac{5}{2}}} = 0;$$

on a, en conséquence,

$$y_1 = \sqrt{(x-e_2)(x-e_3)}, \quad y_1 = \sqrt{(x-e_2)(x-e_3)}\int\frac{dx}{(x-e_2)(x-e_3)\sqrt{\varphi(x)}}, \ldots,$$

et l'on a, pour

$$c = e_1, \ h = -(1+k^2); \quad c = e_2, \ h = -(1+4k^2); \quad c = e_3, \ h = -(4+k^2).$$

» Si l'on fait $z = y_1 y_2$, l'équation (1) donne l'équation différentielle du troisième ordre [1]

$$z''' + 3pz'' + (p' + 2p^2 + 4q)z' + 2(q' + 2pq)z = 0$$

ou

$$z''' + \frac{3}{2}\frac{\varphi'(x)}{\varphi(x)}z'' - 4(n^2+n-3)\frac{x-c}{\varphi(x)}z' - \frac{2n(n+1)}{\varphi(x)}z = 0.$$

» Pour $n = 1$, on voit tout de suite qu'on satisfait à cette équation en posant $z = x - c$; on aura donc

$$y_1 = \sqrt{x-c}\,e^{A\psi(x)}, \quad y_2 = \sqrt{x-c}\,e^{-A\psi(x)},$$

---

(1) J'ai obtenu de mon côté et employé cette même équation, dont on verra le rôle dans la suite de mon travail. (C. H.)

si l'on écrit

$$\psi(x) = \int \frac{dx}{(x-c)\sqrt{\varphi(x)}},$$

et de l'équation (1) on déduit

$$A = \pm \tfrac{1}{2}\sqrt{\varphi(c)}.$$

C'est votre résultat.

» Je pourrais ajouter d'autres observations, surtout sur la forme remarquable de l'équation (1); mais le peu qui précède suffit pour montrer l'utilité de la transformation dont j'ai fait usage. »

OPTIQUE. — *Sur les appareils de projections, à la lumière polarisée.* Note de M. LAURENT, présentée par M. Jamin.

« Dans ces appareils, on n'a affaire qu'à deux sortes de lumières: 1° la *lumière parallèle;* 2° la *lumière convergente* (j'ai supprimé la lumière divergente. Dans ces deux cas, les rayons traversent l'objet à projeter, et les différents diaphragmes, puis la lentille de projection, qui donne sur l'écran une image agrandie et renversée de l'objet ou des diaphragmes. A la sortie de la lentille de projection, le faisceau cylindrique se transforme en faisceau convergent et donne, *au foyer principal* de cette lentille, une image du foyer lumineux. Cet endroit particulier est celui où l'on place les analyseurs.

» Si l'analyseur n'est pas très-épais, tourmaline ou prisme biréfringent, il suffit que son diamètre contienne l'image du foyer lumineux. En pratique, cette image est de 10 millimètres environ pour la lumière électrique et la lumière Drummond. Mais, si l'on emploie, comme analyseur, un prisme de Nicol, vu sa longueur par rapport à son diamètre, et considérant que le faisceau lumineux est formé de deux nappes coniques, il faut recourir à un diamètre plus grand ; j'ai adopté, dans mes instruments, le *Nicol de 22 millimètres de diamètre.* Cette condition optique est loin d'être remplie dans les appareils de projections en usage. On perd alors de la lumière, et cela est très-préjudiciable, surtout pour le cas de la lumière Drummond, qui est le plus usuel.

» Cette grandeur de l'analyseur est très-modérée et ne coûte pas cher, mais il n'en est pas de même du polariseur.

» La pile de glaces ne polarise qu'imparfaitement ; la glace noire absorbe beaucoup de lumière ; les prismes biréfringents ne peuvent s'employer que dans des cas particuliers, et perdent aussi de la lumière. Il ne reste que le Nicol ou le prisme de Foucault.

» Pour avoir un grand faisceau polarisé, il faut nécessairement employer de gros morceaux de spath; or, indépendamment du prix, qui est très-élevé, dans ce cas il n'est pas toujours possible de se procurer de très-grands morceaux de spath, tandis qu'on peut en avoir beaucoup plus facilement trois ou quatre morceaux, un tiers ou un quart plus petits.

» Cela m'a conduit, après des combinaisons et des essais divers, à faire des Nicols, en employant plusieurs morceaux de spath, deux, trois, quatre, par exemple. Sur chaque morceau, je taille deux faces bien parallèles entre elles et au clivage, je les colle avec un mastic dur, puis je travaille l'ensemble comme un morceau de spath unique, mais avec quelques précautions particulières. On peut faire de même pour le prisme de Foucault.

» Ces Nicols montrent, à l'œil, des lignes blanches de séparation, produites par des réflexions latérales; mais, lorsqu'on les place dans des tubes et en projection, on n'aperçoit pas du tout ces lignes. Ils fonctionnent très-bien comme polariseurs; il serait plus difficile de faire ainsi de bons analyseurs; mais, ainsi que je l'ai dit plus haut, on n'en n'éprouve pas autant le besoin. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'oxychlorure de carbone sur le toluène, en présence de chlorure d'aluminium.* Note de MM. É. **Ador** et **J.-M. Crafts**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Note, nous avons montré que par l'action de l'oxychlorure de carbone sur la benzine, en présence de chlorure d'aluminium, on obtient, d'abord du chlorure de benzoyle, puis comme produit final de la benzophénone :

$$COCl^2 + C^6H^6 = C^6H^5\text{-}COCl + HCl$$

et

$$C^6H^5COCl + C^6H^6 = C^6H^5\text{-}CO\text{-}C^6H^5 + HCl.$$

» La même réaction a lieu entre le toluène et l'oxychlorure de carbone, et l'hydrogène est enlevé, non pas au groupe méthyle, mais au radical C^6H^5, et l'on obtient comme produit final l'acétone :

$$CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}CO\text{-}C^6H^4\text{-}CH^3,$$

et comme produit intermédiaire le chlorure d'un acide méthylbenzoïque; mais on trouve la même difficulté à isoler ce chlorure que dans le cas de la formation analogue du chlorure de benzoyle : l'expérience suivante le démontre.

» 200 grammes de toluène avec 130 grammes d'oxychlorure de carbone ont été traités par le chlorure d'aluminium, en opérant sur de petites portions, et en interrompant la réaction après 10 minutes, par l'addition d'eau, afin d'empêcher la transformation totale du chlorure acide. La dissolution aqueuse extraite par l'éther et le toluène traité par la soude donnèrent environ 5 décigrammes d'un acide dont il sera question plus loin.

» Ainsi, en sacrifiant une grande partie de l'oxychlorure de carbone pour interrompre la réaction avant son terme final, on réalise la synthèse

$$C^6H^5CH^3 + COCl^2 = CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}COCl + HCl.$$

» Le produit principal est toujours, même dans les conditions qu'on vient de décrire, la ditolylkétone, et en épuisant l'action du chlorure d'aluminium on l'obtient abondamment.

» L'oxychlorure de carbone est absorbé en grande quantité par le toluène refroidi à — 15 degrés. Nous ajoutons ensuite le chlorure d'aluminium par petites portions, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de réaction, même en chauffant au bain-marie.

» Le produit traité par l'eau, puis distillé, passe en majeure partie vers 330 degrés. Les portions de 325 à 340 degrés sont dissoutes dans l'alcool et abandonnées à elles-mêmes; au bout de quelques jours, il se dépose de beaux cristaux appartenant au système rhombique. Le thermomètre marque 92 degrés pendant la cristallisation de l'acétone préalablement fondue.

» La température d'ébullition est 333°-333°,5 (sans correction, 200 degrés dans la vapeur). L'analyse s'accorde parfaitement avec la formule $C^{15}H^{14}O$.

» On connaît trois acétones de cette formule; l'une, préparée par Popoff, forme des cristaux fondant à 30 degrés et bouillant à 320-321 degrés. C'est la dibenzylkétone, $CO(CH^2C^6H^5)^2$, qui, par oxydation donne de l'acide carbonique et de l'acide benzoïque.

» La seconde est la diparatolylkétone $CO(C^6H^4CH^3)^2$, obtenue par Fuchs en distillant le sel de chaux de l'acide paratoluique. Cet auteur ne le décrit pas, mais indique seulement que, par oxydation avec l'acide nitrique, il a obtenu l'acide toluylbenzoïque $CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}CO\text{-}C^6H^4\text{-}CO^2H$, sans pouvoir oxyder le second groupe méthyle.

» D'après son origine, le corps de Fuchs pourrait être identique avec une acétone obtenue par Weiler en oxydant le diméthylphénylméthane, par Fischer en oxydant le diméthylphényléthane, et par Hepp en oxy-

dant le ditolyléthylène. Ce corps cristallise en formes rhombiques, fond à 95 degrés (sans correction), et par oxydation donne d'abord un acide toluylbenzoïque fondant à 222 degrés, puis un acide benzophénone-dicarboné $CO(C^6H^4CO^2H)^2$. Il est réduit par l'amalgame de sodium en un composé $C^{15}H^{16}O$, fusible à 69 degrés.

» Notre acétone, oxydée par l'acide chromique en dissolution dans l'acide acétique, donne aussi deux acides ayant des propriétés semblables à ceux des trois auteurs cités. On les sépare par la solubilité moindre du sel de potasse du premier acide. Cet acide est précipité de ses sels par un acide sous la forme de flocons gélatineux. L'acide fond à 228 degrés et se sublime sans décomposition. Le sel d'argent $C^{15}H^{11}O^3Ag$ a été analysé.

» Le second acide s'obtient sous forme gélatineuse, en précipitant par un acide le sel de potasse, il fond et se sublime au-dessus de 300 degrés.

» Le sel d'argent $C^{15}H^8O^5Ag^2$ a donné à l'analyse 43,8 pour 100 au lieu de 44,62 pour 100 d'argent; il n'était donc pas tout à fait exempt de l'acide monocarbonique. Enfin notre acétone, dissoute dans l'alcool et traitée par l'amalgame de sodium, nous a donné le corps $C^{15}H^{16}O$ sous forme d'aiguilles très-solubles dans l'alcool et fusibles à 61 degrés et 61°,5.

» Malgré les petites différences observées dans le point de fusion de ces différents corps, nous croyons que notre acétone est la diméthylbenzophénone de Weiler, Fischer et Hepp, et qu'ayant une plus grande quantité de matière à notre disposition nos substances étaient plus pures. En effet, les rendements sont excellents, et il y a fort peu de produits accessoires.

» Cependant, après la cristallisation de l'acétone de la solution alcoolique refroidie même à — 15 degrés, il reste encore en dissolution une huile qui, distillée à plusieurs reprises et purifiée autant que possible de l'acétone cristallisable par des cristallisations répétées, bout à 314 et 317 degrés (sans correction). Nous pensions avoir entre les mains un isomère liquide, mais à l'analyse nous avons obtenu des chiffres un peu plus bas, 1 pour 100 de carbone au moins, et à l'oxydation il s'est formé les mêmes acides que par l'oxydation de l'acétone cristalline; par conséquent, il est probable que ce n'était pas un isomère, mais seulement notre acétone empêchée de cristalliser par une petite quantité d'une substance étrangère. Dans tous les cas, les corps $C^6H^5\text{-}CH^2\text{-}CO\text{-}CH^2\text{-}C^6H^5$ et $C^6H^5\text{-}CH^2\text{-}CO\text{-}C^6H^4CH^3$ ne se sont pas formés, parce que ces substances devraient fournir à l'oxydation le premier de l'acide benzoïque et α toluique, et le second pourrait donner les acides benzoïque, toluique et phtalique, et nous n'avons pas trouvé trace de ces acides.

» Il restait à déterminer la place de l'hydrogène qui est enlevé au radical phényle et remplacé par COCl dans la première phase de la réaction; or les caractères physiques de l'acide obtenu dans la première expérience décrite ci-dessus prouvent que c'est l'acide paratoluique; il fond à 177 et 178 degrés, il est peu soluble dans l'eau même à l'ébullition; il cristallise en aiguilles, se sublime sans décomposition en aiguilles; le sel de chaux cristallise en aiguilles ressemblant au benzoate de chaux, et le sel d'argent, peu soluble à chaud et cristallisant en forme de feuilles, nous a donné à l'analyse Ag = 44,15 pour 100, au lieu de 44,44 pour 100.

» D'ailleurs, on obtient le même acide en quantité presque théorique, lorsqu'on chauffe à ébullition pendant quelques heures la ditolylkétone avec de la potasse caustique fondue suivant la réaction donnée par Staedel pour la benzophénone. On obtient l'acide pur après une seule cristallisation dans l'eau et l'acide paratoluylique est le seul qui se forme. Le sel d'argent a donné 44,59 pour 100 Ag. Notre corps est donc la paratolylkétone. »

CHIMIE. — *Remarques sur l'action d'acides anhydres stables sur des bases anhydres stables: Explosion du composé.* Note de MM. E. **Solvay** et **R. Lucion**, présentée par M. Wurtz.

« La Communication que M. Béchamp a faite à l'Académie au sujet des combinaisons entre les acides et les bases anhydres nous engage à dire quelques mots d'expériences entreprises sur le même sujet, mais avec un but très-différent, dont nous n'avons pas à parler pour le moment.

» Il s'agit de la combinaison de l'acide phosphorique anhydre (P^2O^5) avec l'oxyde de sodium (Na^2O). Ces deux corps peuvent exister ensemble intimement mélangés en poudre fine sans réagir à la température ordinaire; mais une élévation de température de moins de 100 degrés suffit pour déterminer la combinaison instantanée avec une violence remarquable.

» Après plusieurs essais préliminaires, nous avions disposé l'expérience comme il suit: dans un ballon en cuivre d'environ un litre de capacité, on introduit 125 grammes d'un mélange des deux corps en proportion convenable pour former du phosphate de soude; toutefois on a employé un léger excès d'oxyde de sodium dans le but de fixer, à l'état d'hydrate, le peu d'humidité qui aurait pu être absorbée pendant la manipulation, très-rapide, du reste, et faite avec les précautions nécessaires. Le vide (à 1 centimètre) est ensuite fait dans le ballon. Celui-ci est fermé par un gros bouchon de

caoutchouc légèrement graissé et traversé par un tube de verre que l'on ferme après à la lampe. Ce ballon a été chauffé alors sur un bec de gaz : en moins d'une minute une forte explosion s'est produite, le ballon brisé a volé à nos pieds, et une épaisse vapeur a rempli le laboratoire. Chose remarquable, le bouchon de caoutchouc, qu'un faible effort suffisait à enlever quand le vide n'était pas fait, est resté en place dans le col intact du ballon. Ce fait ne peut s'expliquer que par une réaction complétement instantanée, produisant une température suffisante pour vaporiser le phosphate ou ses composés encore imparfaitement associés. Nous trouvons en effet, par analogie, d'après les données que nous possédons sur la chaleur dégagée par l'action de l'acide sulfurique anhydre sur les bases, que la température peut s'élever à environ 3750 degrés.

» Une telle rapidité exclut aussi l'hypothèse de l'action d'une petite quantité d'eau accidentelle, que l'on a indiquée comme pouvant provoquer successivement la combinaison de la masse en faisant la navette entre les composants et le produit formé, et d'ailleurs l'oxyde de sodium était en excès suffisant pour fixer cette eau.

» On pourrait enfin croire à la présence du phosphore libre, ou d'acide phosphoreux, mais ils ne pouvaient, semble-t-il, exister qu'en quantité trop minime pour justifier pareille violence d'explosion ; en outre, la vapeur produite ne rappelait en rien l'odeur de ces corps : elle était plutôt nitrée et ressemblait fort à l'odeur des gaz de la poudre. Si, au lieu d'oxyde de sodium on emploie la chaux, la chaleur détermine encore une réaction très-vive, mais il faut une température plus élevée pour la provoquer, environ 250 degrés.

» A l'acide phosphorique on peut substituer l'acide sulfurique anhydre. Il n'y a pas non plus d'action à froid ; mais, si l'on chauffe, la combinaison a lieu, et assez brusquement pour ne pas donner lieu à des vapeurs d'acide sulfurique anhydre, si volatil cependant.

» Dans toutes ces expériences, une goutte d'eau projetée sur le mélange fait également partir la réaction.

» L'acide silicique précipité se combine enfin, à froid, à l'oxyde de sodium dans cette dernière condition.

» Quant à la signification théorique de ces expériences, il ne semble pas, au second auteur de cette Note, qu'on puisse en tirer une confirmation pour la théorie dualistique et encore moins un argument contre la théorie unitaire admise généralement à l'étranger et par nombre de savants en France. Il n'y a rien, en effet, dans cette théorie qui l'empêche d'ad-

mettre qu'un anhydride se combine directement à un oxyde pour former un sel. Quand elle définit le sel, elle dit bien que celui-ci est ordinairement formé par un acide dont l'hydrogène a été remplacé par un métal; mais c'est là une simple définition, commode pour mettre des analogies en évidence, mais qui n'exclut nullement un autre mode de préparation des sels.

» De ce que deux éléments en présence produisent une combinaison donnée, on n'a aucunement le droit d'inférer que ces éléments continuent à y exister avec leur constitution primitive. La théorie unitaire ne voit dans le phosphate de sodium que du phosphore, de l'oxygène et du sodium groupés d'une façon qui satisfait les affinités. Il n'y a plus là un acide et une base, mais un tout homogène qui peut prendre naissance en partant d'éléments divers. Par exemple : $Na^3 + H^3PO^4$; $3Na^2O + P^2O^5$; $6NaHO + P^2O^5$; $3Na^2O + (H^3PO^4)^2$; $6NaHO + 2H^3PO^4$; $Na^3P + O^4$, et probablement $Na^3 + P + O^4$ en vapeur, sans parler des doubles décompositions; telles sont les réactions qui peuvent donner naissance à du phosphate de sodium identique à lui-même dans tous les cas, qu'il se soit produit par substitution, par action directe, avec ou sans élimination d'eau.

» Pourquoi choisir une de ces réactions et dire qu'elle est l'image de la constitution intime du corps? Dira-t-on encore que le sulfate de plomb est formé de bioxyde de plomb et d'anhydride sulfureux, parce qu'on peut l'obtenir par l'addition directe de ces deux corps?

» Quant à l'illustre Lavoisier, dont on a invoqué le nom, qui peut affirmer que, si cet esprit éminemment philosophique avait connu les beaux travaux des Gay-Lussac, des Dumas, des Laurent, des Gerhardt, des Wurtz, des Williamson, des Kekulé, il ne serait pas devenu le défenseur écouté des idées nouvelles! »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la sensibilité du péricarde à l'état normal et à l'état pathologique.* Note de MM. **Bochefontaine** et **Bourceret** [1], présentée par M. Vulpian.

« On regarde généralement, et avec raison, la péricardite comme une affection non douloureuse; un grand nombre, en effet, d'inflammations du péricarde ne déterminent chez le malade aucun phénomène spontané de

(1) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

douleur. La pression même, exercée soit sur la région précordiale, soit sur le creux épigastrique en refoulant le diaphragme, ne provoque non plus ordinairement aucun phénomène douloureux Cette dernière pression occasionne cependant assez souvent, sinon une sensation douloureuse vraie, au moins une sensation assez pénible. L'absence de douleur dans la péricardite a été signalée par Laennec, par Corvisart, mais surtout par M. Bouillaud, et admise par la plupart des médecins. Le célèbre médecin de la Charité a bien montré que l'on s'exposerait à méconnaître la plupart des péricardites si l'on cherchait la douleur comme principal élément de diagnostic. Mais, d'autre part, il n'est pas douteux qu'un certain nombre de péricardites s'accompagnent de douleurs plus ou moins vives, parfois même atroces.

» Ces faits avaient attiré toute l'attention de M. Bouillaud, qui a essayé d'expliquer l'inconstance de la douleur et qui présume que, dans les cas d'inflammations douloureuses du péricarde (membrane que, d'après ses travaux, il regarde, avec la plupart des auteurs, comme insensible), il y a toujours complication de pleurésie ou irritation des nerfs voisins, nerfs phréniques, nerfs intercostaux.

» Cependant il est certain, au point de vue clinique, que la douleur que l'on observe dans la péricardite n'a pas toujours les caractères des douleurs pleurétiques, ou des douleurs qui tiennent à une irritation du nerf phrénique. La douleur est souvent rétro-sternale et provoque une sensation particulière, angoissante, qui n'a pas les caractères de la douleur pleurétique même la plus vive.

» Nous nous sommes ainsi trouvés conduits à rechercher de nouveau si le péricarde *enflammé* est ou n'est pas sensible. Nous étions autorisés à tenter cette investigation par les expériences de Flourens, qui ont montré que les tissus, peu sensibles ou même à peu près insensibles à l'état normal, comme les tendons par exemple, deviennent très-sensibles lorsqu'on les a préalablement enflammés.

» Pour ces recherches, nous avons eu recours à l'étude des modifications soit de la tension sanguine intra-artérielle, soit de l'orifice pupillaire dans les cas d'excitation des nerfs sensibles.

» On sait, en effet, que l'excitation des nerfs sensibles d'une partie quelconque du corps détermine l'augmentation de la pression sanguine intra-artérielle. Ce fait peut être utilisé lorsque l'on veut s'assurer si telles ou telles parties du corps sont sensibles, et l'on constate alors un rapport assez exact entre le degré de l'élévation de pression obtenue et le degré de

la sensibilité des parties que l'on étudie. Nous avons donc appliqué ce procédé à la recherche de la sensibilité du péricarde chez le chien, en ayant soin de curariser d'abord l'animal en expérience et de le soumettre à la respiration artificielle. La curarisation préalable est nécessaire; car, pour irriter le péricarde, il est nécessaire d'ouvrir largement la cage thoracique et de mettre, par conséquent, les poumons à découvert. Or, dans de telles conditions, la respiration normale est impossible, et l'animal mourrait asphyxié si l'on ne suppléait à cette respiration normale par une insufflation pulmonaire méthodique.

» Dans une première expérience nous avons opéré sur un animal chez lequel, à l'aide d'une fine canule, on avait, cinq jours auparavant, injecté dans le sac péricardique quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent cristallisé. Le thorax étant ouvert sur la ligne médiane, le long de la crête sternale, on a pu constater que le péricarde était rempli de sérosité sanguinolente et que de nombreuses adhérences existaient entre le cœur et cette membrane.

» L'hémodynamomètre à mercure étant mis en communication avec une artère carotide, on a enregistré le pouls et la pression sanguine. Celle-ci mesurait, en moyenne, $14^c,5$ et le pouls battait 23 fois au quart de minute. On a alors irrité légèrement, en la pinçant entre les mors d'une pince à dissection, la membrane péricardique, au niveau de la partie moyenne du ventricule gauche (inférieure du chien, antérieure de l'homme). La pression moyenne a augmenté et atteint $16^c,1$. Pendant le quart de minute qui a suivi l'excitation, il y a eu d'abord une accélération du pouls, puis un ralentissement très-considérable, et enfin une nouvelle accélération. La moyenne du pouls pendant ce quart de minute a été de 22.

» La même expérience, répétée à plusieurs reprises, nous a donné des résultats identiques.

» Le péricarde enflammé expérimentalement, chez le chien, est donc sensible aux excitations mécaniques.

» Afin de rechercher si l'enveloppe cardiaque est également sensible lorsqu'elle est dans son état normal, nous avons fait la même expérience sur un animal de la même espèce, placé dans les mêmes conditions expérimentales, mais sur lequel on n'avait produit aucune lésion du péricarde. Les résultats que nous avons obtenus ont été les mêmes que ceux que nous avons observés chez l'animal dont le péricarde avait été préalablement enflammé.

» Il nous a paru que l'excitation par grattage de la face externe du péricarde sain donnait lieu à une élévation de pression plus considérable, de près d'un centimètre, que l'excitation de la face interne de cette membrane.

» De plus, dans cette seconde expérience, nous avons constaté que, sous l'influence de l'irritation du péricarde sain, les orifices pupillaires se sont dilatés, phénomène qui se produit, comme on le sait, quand on excite une partie sensible quelconque du corps.

» Nous avons évité, dans ces diverses expériences, de faire porter les excitations sur les nerfs phréniques. Puis, afin de comparer les effets de l'excitation du péricarde seul avec ceux de l'excitation du nerf phrénique, nous avons pincé ce nerf. Nous avons ainsi constaté que l'élévation de la pression sanguine déterminée par le pincement du nerf phrénique est plus considérable que celle qui résulte de la même irritation de la membrane péricardique.

Conclusions. — 1° Le péricarde sain est sensible ; cette sensibilité peut être mise en jeu par des excitations mécaniques (pincement entre les mors d'une pince) ; la face externe de cette membrane paraît plus sensible que la face interne.

» 2° Le péricarde enflammé expérimentalement (inflammation épithéliale et parenchymateuse) présente une vive sensibilité au moins à la face externe et dans son épaisseur.

» Nous pouvons ainsi comprendre comment la péricardite rhumatismale, qui reste superficielle et n'affecte que très-peu le tissu sous-épithélial, ne donne lieu d'habitude à aucune douleur vive ; et comment, au contraire, les inflammations franchement parenchymateuses (certaines péricardites purulentes aiguës ou néo-membraneuses) peuvent, sans irritation nécessaire des organes voisins, donner lieu à une douleur intense. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Maturation et maladies du fromage du Cantal.* Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Pasteur.

« M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce ayant bien voulu me confier la mission d'aller étudier sur place les procédés de l'industrie fromagère du Cantal et les améliorations qu'on pourrait y apporter, j'ai commencé sur ce sujet des expériences qui seront de longue durée, mais dont je crois devoir communiquer à l'Académie les premiers résultats.

» J'ai cru, tout d'abord, devoir rechercher quelles sont, au point de vue chimique, les différences qui séparent le fromage frais du fromage fait. Contrairement aux solutions, opposées du reste, qu'on a déjà données à cette question controversée, je me suis convaincu que, pour le fromage du Cantal au moins, la matière grasse ne joue qu'un rôle extrêmement res-

treint dans la maturation. Ses proportions varient très-peu. La seule modification qu'elle subisse est une saponification plus ou moins avancée, qui, dans le fromage du Cantal, n'atteint jamais 10 pour 100 de la matière grasse, mais qui peut en atteindre 50 pour 100 dans les fromages mûris sous l'action des mucédinées. Cette saponification change un peu le goût de la matière grasse, mais très-peu ses proportions, à cause de la prédominance notable de l'acide gras soluble dans l'éther sur la glycérine insoluble.

» Le fait principal de la maturation des fromages du Cantal, et sans doute de beaucoup d'autres, est la transformation graduelle de la caséine insoluble dans l'eau en albumine soluble dans ce liquide, ou plutôt en albumines solubles; car il y a deux substances de cette famille. L'une, coagulable à chaud, est analogue à l'albumine de l'œuf; l'autre se distingue de toutes les variétés d'albumine connues jusqu'ici par sa solubilité dans l'eau chaude et les acides étendus. Elle les rappelle, au contraire, en ce qu'elle précipite, comme elles, par le tannin, le sous-acétate de plomb, le sulfate de cuivre, l'acide chromique, l'alcool, les solutions acides de cyanure jaune et de sublimé corrosif. Son pouvoir rotatoire est à gauche, et d'environ — 33°. Son caractère de matière albuminoïde ne peut donc être méconnu.

» Ce sont ces deux albumines qui, remplaçant peu à peu la caséine et se dissolvant à moitié dans l'eau de constitution du fromage, contribuent à lui donner sa demi-transparence, sa mollesse, sa propriété de fondre dans la bouche comme un morceau de beurre, grâce au liquide qui vient l'humecter et à la chaleur qu'il y rencontre.

» Je n'examine pas pour le moment d'où provient la saveur du fromage fait, je n'examine pas davantage sous quelles influences s'accomplit la transformation de la caséine en albumine: je me contente de remarquer qu'elle exige le concours du temps, et que le fromage du Cantal, que son mode de fabrication rend d'une conservation difficile, est très-souvent avarié avant d'être mûr.

» Il est, en effet, fabriqué à froid, à une température qui laisse dans le caillé une proportion notable de sucre de lait. Le moyen pratique de se débarrasser de ce sucre est d'abandonner la masse caséeuse à une fermentation dont les germes sont surtout apportés par la macération de caillette de veau qui sert de présure. Sous leur influence se produit une fermentation quelquefois alcoolique, le plus souvent lactique, et qui, dans ce dernier cas, a une grande tendance à devenir aussi butyrique. Le pressage de la pâte, fait en temps opportun, élimine une notable quantité d'acide lactique, mais il en laisse toujours, et, comme il y a aussi des vibrions butyriques,

rien ne les empêche d'entrer en action, si le fromage leur offre, en outre, les conditions d'humidité nécessaires à leur développement.

» Tel est, malheureusement, le cas pour le fromage du Cantal dont la richesse en eau, lorsqu'il est bien fait, est toujours voisine de 45 pour 100, et cela, grâce à une transformation moléculaire remarquable que subit le caillé pendant que dure la transformation préliminaire. Récemment préparé, ce caillé est friable, cassant, sec à la main, et peut être amené par l'action de la presse à ne contenir que 15 ou 20 pour 100 d'eau. Après la fermentation, il est devenu plastique, mou, et laisse écouler de l'eau lorsqu'on le presse entre les doigts. Mais on ne peut plus lui enlever autant qu'autrefois et il en retient obstinément une proportion comprise entre 44 et 45 pour 100. Une pression plus énergique en fait suinter de la matière grasse.

» La fabrication régulière laisse donc dans le fromage du Cantal une proportion d'eau à peu près constante et suffisante, l'expérience le démontre, pour permettre le développement des ferments. Les matières fermentescibles ne manquent pas. Il y a l'acide lactique, il y a l'albumine provenant du procès même de la maturation. On s'explique donc facilement l'existence des maladies dont le fromage du Cantal devient si facilement le siége, et qui sont la principale entrave du commerce de cette denrée. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur les affinités zoologiques du genre* Phodilus. Note de M. **Alph. Milne-Edwards**. (Extrait.)

« Le groupe des Rapaces nocturnes est sans contredit le plus naturel de la classe des Oiseaux et tous ses représentants offrent entre eux tant de ressemblance que leur classification présente des difficultés très-sérieuses. Les caractères extérieurs, d'ailleurs peu apparents, varient beaucoup chez des espèces appartenant évidemment à la même famille ou quelquefois au même genre, et ce ne sont pour les zoologistes que des guides souvent trompeurs. Si, au lieu de se borner à l'examen du plumage, des disques périophthalmiques, des aigrettes, du revêtement des pattes, etc., les ornithologistes avaient porté leur attention sur les modifications que présente le squelette, ils auraient reconnu que dans la plupart des cas les particularités ostéologiques peuvent être d'un puissant secours pour le groupement des espèces en genres et des genres en familles.

» L'étude que j'ai faite du squelette d'une espèce, connue depuis long-

temps sous le nom de *Phodilus badius*, montre à quelles erreurs peut conduire un examen superficiel, même lorsqu'il est fait par des naturalistes exercés.

» Le *Phodilus badius* a été placé par tous les auteurs dans la famille des Strigidés, à côté des Effraies, auxquelles il ressemble par l'absence d'aigrettes frontales, par la longueur du bec, par le revêtement duveteux des tarses, par la nature et la répartition des couleurs. Lesson, Temminck, G.-R. Gray, Blyth, Horsfield, More, le prince Ch. Bonaparte, Jerdon et enfin M. Bowdler Sharpe admettent ce rapprochement. Cependant les caractères de la charpente osseuse prouvent clairement que non-seulement le Phodile diffère beaucoup des Effraies, mais qu'il ne doit pas être placé dans la même famille, et qu'au contraire il doit se ranger dans la section des *Bubonidæ*, à côté des *Syrnium* et des *Nyctale*.

» La tête osseuse du Phodile appartient effectivement à un type ornithologique tout à fait différent de celui des Strix : la portion cranienne est caractérisée par sa forme élargie et renflée; il n'y a pas au-dessus des yeux de bosses occipitales. Les orbites sont très-grandes et leur paroi postérieure est formée par une lame osseuse qui déborde de beaucoup en dehors la lame post-auditive. Le sternum est court, large, peu bombé, et pourvu d'un bréchet remarquable par son peu de saillie; le bord inférieur de cette carène, loin d'être courbe comme d'ordinaire, est presque droit et son angle antérieur est épaissi et obtus. Le bord postérieur, au lieu d'être à peine échancré, comme chez les Effraies, est très-découpé; on y voit deux paires d'échancrures, les internes étroites et peu creusées, les externes plus larges et très-profondes et rappelant par leur disposition celles des *Syrnium* et des *Ninox*. Les bords latéraux ne portent que cinq facettes costales, tandis qu'il en existe quatre seulement dans le genre *Strix*, parce que chez ce dernier la seconde paire de côtes reste flottante, au lieu de s'articuler avec le sternum.

» Les clavicules ne sont pas soudées en un os furculaire, elles constituent des stylets grêles suspendus à l'épaule et rattachés au sternum par un ligament. Quelques Rapaces nocturnes présentent une semblable disposition : tels sont la Syrnie boréale, le Nyctale de Richardson et certaines espèces du petit genre Ninox; au contraire, chez les Effraies, la fourchette est complète et s'appuie largement sur l'extrémité de la carène sternale.

» Les os de l'aile du Phodile sont comparativement plus courts que dans ces oiseaux, surtout dans leur portion terminale correspondant à la main. Le bassin, par sa forme trapue, rappelle celui des Chevèches, des Ciccaba

et des Nyctales. Les pattes sont courtes et remarquablement robustes. Le tibia ressemble à celui des Syrnies par l'élargissement de sa portion inférieure, par le développement de la crête péronière et par la longueur du péroné qui se prolonge jusqu'au-dessus du condyle externe, tandis que chez les Effraies cet os est beaucoup plus court. L'os du pied ou tarso-métatarsien est petit, très-élargi et aplati d'avant et d'arrière ; il se distingue donc, au premier coup d'œil, de celui des Strix, qui est relativement grêle et allongé ; il présente une grande ressemblance avec celui du *Syrnium torquatum* et du *S. melanotis* dont Kaup a formé le petit genre *Pulsatrix*. Ces caractères, dont chacun pris en particulier a une valeur considérable, concourent tous à changer la place que le genre *Phodilus* occupait dans nos catalogues ornithologiques, et que c'est dans la famille des Syrnies et non dans celle des Strix qu'il doit prendre place. »

MINÉRALOGIE. — *De la mesure des angles dièdres des cristaux microscopiques.* Note de M. Em. Bertrand, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Le goniomètre de Wollaston, plus ou moins perfectionné, est le seul appareil employé jusqu'à présent pour la mesure exacte des angles dièdres des cristaux, et l'on peut déjà, avec cet instrument, mesurer de très-petits cristaux ; mais il y a cependant une limite au delà de laquelle cet appareil devient insuffisant, et un cristal qui n'aurait par exemple que $\frac{1}{30}$ de millimètre de côté ne pourrait être mesuré au moyen du goniomètre. Une méthode qui permettrait de mesurer les angles dièdres des cristaux microscopiques présenterait donc un certain intérêt, car les cristaux sont généralement d'autant plus nets qu'ils sont plus petits.

» Pour arriver à ce résultat, j'ai cherché à me servir du microscope, mais la difficulté qui se présente immédiatement est l'orientation du cristal à mesurer. Au moyen du procédé que j'indique, cette orientation devient inutile, et l'on peut, comme je vais l'expliquer, arriver par un procédé détourné à calculer l'angle de deux faces d'un cristal sans avoir besoin de l'orienter.

» Considérons un cube et un cristal placé d'un façon quelconque sur une des faces de ce cube ; supposons une des faces du cristal prolongée jusqu'à sa rencontre avec la face du cube sur laquelle il est placé : la trace de cette face du cristal sur la face du cube fera avec deux des arêtes du cube deux angles plans complémentaires. Si je suppose cette face du cristal prolongée au delà de la face du cube sur laquelle le cristal est placé, j'ob-

tiendrai sur deux autres faces du cube deux traces faisant respectivement, avec deux arêtes du cube, des angles plans complémentaires, et la direction de la face du cristal sera déterminée par rapport aux arêtes du cube si je connais les trois angles plans que les trois traces de la face du cristal font avec trois des arêtes du cube. Deux angles plans sont même suffisants, car le troisième peut se calculer en fonction des deux premiers par la formule simple

$$\operatorname{tang} a = \cot b \cot c,$$

a, b, c étant les angles plans que les trois traces de la face du cristal font avec trois arêtes du cube aboutissant à un même sommet.

» Une seconde face du cristal sera également déterminée, quant à sa direction, par les trois angles α, β, γ, ces trois angles correspondant aux angles a, b, c de la première face du cristal, ainsi qu'il a été dit plus haut.

» Il en résultera que si l'on connaît les trois angles a, b, c ou deux seulement de ces angles, et les trois angles α, β, γ ou deux seulement de ces angles, on pourra calculer l'angle dièdre des deux faces du cristal par les formules

$$\cos x = \frac{\cos y \sin(z - \varphi)}{\sin \varphi}, \quad \cot \varphi = \operatorname{tang} y \cos(b + \beta),$$
$$\operatorname{tang} y = \frac{\operatorname{tang} a}{\cos b}, \qquad \operatorname{tang} z = \frac{\operatorname{tang} \alpha}{\cos \beta}.$$

Si x est mal déterminé par son cosinus, on peut le calculer par les formules

$$\sin \tfrac{1}{2} x = \frac{\cos \frac{1}{2}(y + z)}{\cos \omega}, \quad \operatorname{tang} \omega = \frac{\sin \frac{1}{2}(b + \beta)}{\cos \frac{1}{2}(y + z)} \sqrt{\sin y \sin z}.$$

Il ne reste plus qu'à indiquer un moyen pratique pour la mesure des angles a, b, c, α, β, γ.

» Le procédé que j'emploie est le suivant :

» Je place dans l'oculaire d'un microscope un cylindre en flint-glass dont l'indice de réfraction est supérieur à l'indice du baume du Canada. Ce cylindre, dont les deux bases sont bien parallèles, est divisé en deux moitiés par un plan perpendiculaire aux bases, les deux faces rectangulaires sont polies et collées au baume du Canada, de façon à reconstituer le cylindre. Ce cylindre est placé dans l'oculaire de telle façon que sa base supérieure soit au foyer de la lentille supérieure de l'oculaire ; les deux bases étant perpendiculaires à l'axe optique du microscope et le plan médian du cylindre passant par l'axe optique et par le zéro de la division de la platine tournante.

» Dans de telles conditions, si le microscope reçoit de la lumière dans une direction parallèle au plan médian du cylindre, on verra un champ éclairé, traversé par une ligne formant réticule; mais, si le microscope reçoit de la lumière obliquement au plan médian du cylindre, on verra le réticule se dédoubler, et, si l'on incline l'œil à droite ou à gauche, on verra le réticule bordé d'un côté par une bande noire plus ou moins large et de l'autre côté par une bande éclairée, ce phénomène étant produit par la réflexion totale que les rayons lumineux éprouvent en traversant le cylindre obliquement et en rencontrant la lame de baume dont l'indice de réfraction est inférieur à celui du flint employé.

» Par conséquent, si la face réfléchissante du cristal a sa trace perpendiculaire à la ligne zéro du microscope, on verra un réticule également éclairé à droite et à gauche ; mais, si l'on fait tourner le cristal avec la platine du microscope, le réticule va immédiatement être bordé d'un côté par une bande noire et de l'autre par une bande éclairée. En plaçant le cube sur la platine du microscope, successivement sur ses différentes faces, il est donc facile de mesurer les angles que les traces des faces du cristal font avec les arêtes du cube, et l'on voit que, si petit que soit un cristal, le phénomène décrit plus haut se produira, pourvu que le cristal puisse réfléchir la lumière sur une étendue assez grande pour éclairer le centre du réticule. Il suffit que la face du cristal apparaisse, vue au microscope, avec une dimension d'environ 2 millimètres. Or un cristal de $\frac{1}{30}$ de millimètre pourra se mesurer avec un grossissement de soixante diamètres seulement; un cristal de $\frac{1}{100}$ de millimètre demanderait un grossissement de deux cents fois.

» Pour permettre de placer successivement chaque face du cristal dans l'axe du microscope sans changer les directions relatives des faces du cristal, des arêtes du cube et des divisions de la platine, il est nécessaire d'adapter sur la platine tournante une platine mobile, au moyen de deux vis micrométiques suivant deux directions rectangulaires; il est bon également, pour obtenir plus de précision, d'avoir une vis micrométrique pour le mouvement de rotation.

» Pour apprécier le degré de précision que donne cette méthode, j'ai mesuré des cristaux de moins de $\frac{1}{30}$ de millimètre, tels que des clivages de spath, de blende, des cristaux microscopiques de quartz, etc. ; l'erreur n'a jamais dépassé 1 degré.

» Cette erreur est grande, mais ces premiers essais ont été faits avec un oculaire encore imparfait, et je ne me suis pas astreint aux conditions d'éclairage qui seraient nécessaires pour obtenir le meilleur résultat pos-

sible. Je suis convaincu qu'avec quelques légères modifications on peut atteindre une grande exactitude.

» J'ai en vue un autre système d'oculaire, fondé également sur la réflexion totale, qui doit être encore plus sensible que le système que je viens de décrire; mais, ne l'ayant pas encore expérimenté, je m'abstiendrai d'en parler. Les perfectionnements que j'ai en vue pourront, s'il y a lieu, faire l'objet d'une nouvelle communication. »

BOTANIQUE. — *Sur la signification des diverses parties de l'ovule végétal et sur l'origine de celles de la graine* (conclusion.). Note de M. **H. Baillon**.

« Le nucelle représente seul l'ovule dans certains cas. Il est constitué ou par une cellule unique, ce qui est très-rare, ou, un peu plus fréquemment, par un petit nombre de cellules, ou, plus ordinairement, par une masse parenchymateuse multicellulée.

» Quand l'ovule est formé d'une seule cellule, celle-ci remplit un double rôle : elle produit l'embryon et son réservoir alimentaire, l'albumen.

» Quand il y a plusieurs cellules au nucelle, l'une d'elles ou quelques-unes d'entre elles deviennent sacs embryonaires, avec ou sans albumen, et les autres se bornent au rôle de cellules albuminigènes.

» L'albumen est donc toujours une production nucellaire, avec des variations dans la situation et la destination des cellules qui le contiennent.

» Dans un nucelle, toute cellule intérieure semble apte à devenir sac embryonnaire. Mais l'existence de sacs embryonnaires multiples est plus fréquente qu'on ne pense. Toute cellule nucellaire peut-être albuminigène ; mais celles de la périphérie du nucelle ont une tendance à l'atrophie.

» Quelques ovules, comme ceux de l'Acanthe, etc., ont été depuis longtemps considérés comme dépourvus de téguments. Adulte, le nucelle présente à son sommet organique une légère dépression, point d'accès de l'agent fécondateur. C'est une fossette à bords plus ou moins proéminents, comme dans le nucelle des Conifères, de la plupart des Ombellifères, des Rubiacées, d'un grand nombre d'autres Monopétales, etc.

» Si cependant le bourrelet marginal de ces nucelles se trouve séparé de la surface de l'aréole par un léger sillon circulaire, on le décrit comme une très-courte secondine, ou bien l'on a donné à tort le reste de celle-ci comme « soudé avec la base du nucelle ». Ce ne sont là que des nuances.

» Il y a çà et là, parmi les Ombellifères, Rubiacées, etc., des espèces où le bourrelet se produit plus ou moins loin du sommet du nucelle et qu'on

regarderait comme munies d'un court tégument ovulaire. De là on passe, par tous les degrés intermédiaires et souvent dans un même groupe naturel, à des ovules dont le nucelle est enveloppé d'un sac complet.

» Ce rebord, ce bourrelet, cet anneau court, cette cupule partielle et ce sac complet sont de même nature. Ce sont des expansions circulaires et consécutives du nucelle déformé, et non un organe différent de lui. C'est le même parenchyme, qui n'a pas de système libéro-vasculaire qui lui soit propre; et si, par exception, il acquiert plus tard des vaisseaux, ceux-ci viennent d'ailleurs et ne lui appartiennent pas en réalité. Ces faits suffisent déjà à différencier la secondine d'un ovule de l'enveloppe qui lui est assimilée dans l'ovaire des prétendues gymnospermes.

» La primine débute souvent, comme la secondine, par un bourrelet circulaire et parfois ne se développe pas au delà. Souvent elle se vascularise; mais son système libéro-vasculaire ne se comporte pas comme celui d'une feuille auquel on l'a assimilé.

» Rien ne prouve que cette enveloppe, plus ou moins prononcée, soit de nature foliaire, ni par son origine, ni par son tissu. L'ovule ne peut être assimilé ni à une feuille, ni à une branche, ni à un bourgeon. Il n'est pas formé d'un axe et d'appendices, comme l'analogie l'a fait supposer. Tout ce que M. Trécul a, dans une longue suite de travaux, si bien dit de la non-identité de la fleur et du gynécée avec les branches et les feuilles, doit, à plus forte raison, s'appliquer au système ovulaire qui est un système propre *sui generis*, de nature parenchymateuse et où l'état vasculaire (là où il se rencontre) ne semble qu'accessoire et non essentiel. La portion indispensable de l'ovule, le nucelle, n'est qu'un parenchyme adapté pour servir de support au véritable organe femelle, le sac embryonnaire, qui seul représente l'ovule dans certains végétaux phanérogames inférieurs (à cet égard).

» Si ces principes étaient acceptés, rien ne deviendrait plus simple (malgré la diversité des cas de détail) que l'intelligence des parties extérieures de la semence et de leur origine. De combien de façons diverses un parenchyme, d'abord homogène, ne se différencie-t-il pas, suivant ses couches, dans un grand nombre d'organes végétaux et notamment dans ceux de la fructification chez les Cryptogames!

» Quand un ovule a double enveloppe, les téguments séminaux peuvent être fournis par toutes les deux, simples ou dédoublés, et présentent tous les degrés possibles de consistance, d'épaisseur, etc.

» Les variations de détail sont telles et ont au fond si peu d'importance,

que dans trois genres voisins, appartenant à un même groupe naturel, on peut voir la primine, par exemple, ou sa couche superficielle, devenir : dure dans le premier, mince dans le second, épaisse et charnue dans le troisième. Dans deux genres, si peu différents l'un de l'autre qu'ils ont pu être rapportés à une même tribu d'une même famille, on pourra voir les enveloppes séminales vraiment dignes de ce nom provenir, dans l'un de la primine, dans l'autre toutes de la secondine.

» Lors du durcissement d'une portion des téguments, notamment de la secondine, le point par lequel les vaisseaux du raphé ou du hile se rendent à la chalaze est souvent protégé contre l'envahissement des matières incrustantes. Il existe à ce niveau, dans l'enveloppe testacée, comme un second micropyle, toujours antipode du premier et qu'en raison de ses usages on peut nommer *Trophopyle*.

» A ne considérer que les apparences de l'état final, la paroi testacée qui est creusée de ce canal sépare dans certaines semences deux systèmes vasculaires : l'un extérieur à elle, et l'autre intérieur, beaucoup moins fréquent, issu de la plaque chalazique, et qui a été attribué soit à la secondine, soit même au nucelle. Cette portion intérieure n'est cependant qu'une extension d'un seul et même système et se produit tardivement. La logique de certaines théories a conduit à tort quelques auteurs à considérer la présence de ces vaisseaux dans la secondine comme une preuve de sa nature foliaire.

» Il y a d'ailleurs deux cas, plus fréquents qu'on ne pense, où l'étude des téguments séminaux ne saurait rendre compte de la nervation et de la signification des enveloppes ovulaires.

» Le premier est celui des ovules qui n'ont pas d'enveloppe ou n'en ont qu'un rudiment au voisinage du micropyle. Il se rapporte à un tiers peut-être des Phanérogames, à la plupart des Monopétales et à certaines Dialypétales. Là où il n'y a jamais eu d'enveloppe ovulaire, c'est-à-dire sur la presque totalité de la jeune graine, on voit une ou quelques couches de parenchyme se différencier et constituer des téguments. Ceux-ci ne sauraient être le résultat de la transformation d'enveloppes ovulaires qui n'existent pas à ce niveau.

» L'autre cas, plus fréquent aussi qu'on ne croit, est celui où les enveloppes, quoique bien développées dans l'ovule (en leur absence le résultat serait le même), s'arrêtent dans leur évolution, et où le sac embryonnaire, sortant plus ou moins du nucelle, développe loin de celui-ci, dans sa portion spéciale, un embryon et un albumen. Autour d'eux, ses parois modifiées constituent des téguments séminaux auxquels ne saurait concourir une enveloppe ovulaire qui n'a jamais existé à ce niveau. »

MM. P. Monnet et Fr. Reverdin demandent l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par eux le 30 novembre 1874, concernant la préparation des chlorures alcooliques et leur application à la production des matières colorantes.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note dont les principales indications sont les suivantes :

« La matière colorante verte, connue dans le commerce sous le nom de *vert de méthylaniline*, se préparait jusqu'à présent en faisant agir le nitrate de méthyle sur une solution alcoolique et alcaline de violet de méthylaniline. Les dangers que présentent la préparation et l'emploi industriel du nitrate de méthyle nous ont conduits à chercher un autre procédé de fabrication. Celui auquel nous nous sommes arrêtés, et que nous appliquons depuis le mois de mars 1874, consiste à faire agir le chlorure de méthyle sur le violet de méthylaniline en solution alcoolique et alcaline.

» Nous produisons le chlorure de méthyle en chauffant à 100 degrés, pendant plusieurs heures, dans un autoclave fermé, un mélange composé d'une molécule d'alcool méthylique et d'une molécule d'acide chlorhydrique (acide chlorhydrique du commerce à 23° B.)

$$CH^3OH + HCl = H^2O + CH^3Cl.$$

» La pression monte jusqu'à 30-35 atmosphères.

» ..... Le produit de la réaction, distillé avec un alcali, est filtré pour séparer la base du violet; le liquide clair contenant la base du vert est ensuite traité par un acide et un sel de zinc, pour former le sel double correspondant de vert et de zinc, puis la matière colorante est précipitée au moyen du sel marin.

» ..... En remplaçant le violet de méthylaniline par la rosaniline, nous obtenons la matière colorante connue sous le nom de *violet Hofmann*, et qu'on préparait jusqu'à présent en faisant agir l'iodure de méthyle sur le chlorhydrate de rosaniline. Ce que nous avons dit au sujet de la préparation du chlorure de méthyle peut également s'appliquer à la préparation des autres chlorures à radicaux alcooliques, en modifiant les conditions de pression et de température.

» Le chlorure d'éthyle agit de même que le chlorure de méthyle sur le violet de méthylaniline et sur le chlorhydrate de rosaniline et se prépare dans les mêmes conditions. On obtient un rendement de 60 pour 100 de la quantité théorique de chlorure d'éthyle.

» En résumé, nous entendons nous assurer la priorité sur la préparation des chlorures alcooliques, telle que nous l'avons indiquée, et sur leur application à la fabrication du vert de méthylaniline et du violet Hofmann. »

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 novembre 1877.

École des Ponts et Chaussées. Notes prises au cours des chemins de fer, 1876-1877. 1 vol. in-4° avec atlas.

Notes prises au cours de navigation intérieure, 1876-1877. *Appendice au cours de navigation intérieure. Distribution des eaux*. Atlas, 1876-1877; 3 vol. in-4°.

Résumé des Conférences sur la télégraphie électrique; par M. Amiot. 1874; 1 vol. in-4°.

Résumé des Conférences sur la Photographie; par M. A. Davanne. 1874; in-4°.

Cours des travaux maritimes; par M. Voisin-Bey; Ire partie, Chapitre Ier : *Mouvements de la mer*, 1873-1874; Chapitre VIII : *Éclairage et balisage des côtes*, 1873-1874; 2 vol. in-4°.

Cours préparatoires. Notes prises par les élèves au Cours d'Analyse professé par M. E. Collignon. 1875-1876; in-4°.

Cours préparatoires. Notes prises par les élèves au Cours de Mécanique professé par M. E. Collignon. 1875-1876; in-4°.

Cours préparatoires. Notes prises par les élèves du Cours de Géométrie descriptive et de Stéréotomie. 1875-1876; in-4°.

Introduction au Cours de construction. Étude et rédaction des projets. 1873-1874; in-4°.

Cours de construction des routes; 2e Partie : *Construction et entretien;* in-4°.

Cours de Chimie appliquée aux matériaux de construction, aux eaux naturelles, aux terres et aux produits agricoles; 1re et 2e Parties, 1875-1876. 2 vol. in-4°.

Admission des élèves externes aux Cours de l'École. Décret, Arrêtés et Programme. Paris, Impr. nationale, 1875; in-4°.

Notice sur l'École des Ponts et Chaussées. Paris, Impr. nationale, 1878; in-8°.

Admission aux Cours préparatoires. Arrêté, Programmes. Paris, Impr. nationale, 1875; in-8°.

Programmes de l'enseignement intérieur de l'École des Ponts et Chaussées. Paris, Impr. nationale, 1875; in-4°.

(Tous ces ouvrages sont adressés par M. le Directeur de l'École des Ponts et Chaussées.)

Abus des boissons alcooliques; par A. LAURENT. Bruxelles, typogr. Vanderauwera, 1877; br. in-18.

Note sur un monstre humain femelle à trois membres pelviens; par le Dr E.-F. MAURICE. Saint-Étienne, impr. Pichon, 1877; br. in-8°.

La végétation du globe; par A. GRISEBACH, ouvrage traduit de l'allemand par P. DE TCHIHATCHEF; t. II, 2e et dernier fascicule. Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-8°.

La pression barométrique. Recherches de Physiologie expérimentale; par Paul BERT. Paris, G. Masson, 1878; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille; 4e série, t. III. Paris, Didron; Lille, Quarré, 1877; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 DÉCEMBRE 1877.

Direction générale de Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage, pendant l'année 1876. Paris, Impr. nationale, 1877; in-4°.

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris; t. XIII, 2e série, année 1876. Paris, P. Asselin, 1877; in-8° relié.

G. DE SAPORTA. *Sur le climat des environs de Paris à l'époque du diluvium gris, à propos de la découverte du laurier dans les tufs quaternaires de la Celle.* Clermont-Ferrand, impr. Mont-Louis, sans date; br. in-8°.

Sur la flore carbonifère du département de la Loire et du centre de la France; par M. C. Grand'Eury; par le comte G. DE SAPORTA. Meulan, impr. Masson, 1877; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Rapport sur les travaux du Conseil central d'Hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, etc., pendant l'année 1876. Nantes, impr. Mellinet, 1877; br. in-8°.

Mémoires de la Société philomathique de Verdun (Meuse); t. VIII, n° 2. Verdun, impr. Laurent, 1877; in-8°.

Considérations tendant à faire admettre l'existence d'un essaim d'astéroïdes circulant autour de Mars; par F. MAYEUL-LAMY. Autun, impr. Dejussieu, 1877; br. in-8° (2 exemplaires).

Jeu populaire géographique. Le magister. Paris, A. Latry, sans date; cartes en une boîte.

Hygiène alimentaire. Étude sur le cidre; par A. LAILLER. Paris, J.-B. Baillière, 1877; in-8°.

Dynamique analytique; par M. E. MATHIEU. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-4°.

Traité élémentaire de la pile électrique; par A. NIAUDET. Paris, J. Baudry, 1878; in-8°.

Le vin dans la Sologne; par le Dr E. BURDEL. Paris, G. Masson, 1877; br. in-8°.

Notes sur la maladie de la vigne; par VIGNIAL. Bordeaux, impr. A. Bellier, 1877; br. in-18. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Note sur les Placodium à thalle jaune (Amphiloma, *Krb*)*, observés en Normandie; par* A. MALBRANCHE. Rouen, impr. L. Deshays, sans lieu, ni date; br. in-8°.

Ornithologie d'Angola; par J.-V. BARBOZA DU BOCAGE; 1re Partie. Lisbonne, Impr. nationale, 1877; in-8°.

Proceedings of the Cambridge philosophical Society; vol. III, Part I et II. Cambridge, 1876; 2 br. in-8°.

The proceedings of the Linnean Society of new South-Wales; vol. II, Part the first. Sydney, 1877; in-8°.

The pharmaceutical Journal and Transactions; august, september 1877. London, Churchill, 1877; 2 br. in-8°.

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1881. London, John Murray, 1877; in-8°.

Transactions of the Cambridge philosophical Society; vol. XI, Part III; vol. XII, Part I et II. Cambridge, 1877; 3 vol. in-4°.

Evoluzione, Scienza e Naturalismo; per S. TOMMASI e G. B. ERCOLANI. Napoli, A. Morano, 1877; in-12.

Statistick van den Handel en de Scheepvaart, van het Koningrijk der nederlanden over het jaar, 1876; eerste Gedeelte. 'SGravenhage, 1877; in-4°.

Ensaye sobre los depositos metaliferos de Chile. Memoria por Don J. DOMEYKO. Santiago, Impr. nacional, 1876; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 DÉCEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Yvon Villarceau** donne lecture d'une Note sur l'organisation de l'Observatoire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. **Hermite**.

« XVII. Je reprends l'équation différentielle du second ordre, obtenue au § XIV, p. 990, à savoir :

$$\mathrm{D}_t^2\,\mathrm{a} = [(\beta-\alpha)(\gamma-\delta)-(\delta-\alpha)(\gamma-\alpha)-2(\beta-\alpha)(\gamma-\alpha)a''^2]\,\mathrm{a},$$

et j'y joins les deux suivantes, qui s'en tirent par un changement de lettres :

$$\mathrm{D}_t^2\,\mathrm{b} = [(\gamma-\beta)(\alpha-\delta)-(\delta-\beta)(\alpha-\beta)-2(\gamma-\beta)(\alpha-\beta)b''^2]\,\mathrm{b},$$

$$\mathrm{D}_t^2\,\mathrm{c} = [(\alpha-\gamma)(\beta-\delta)-(\delta-\gamma)(\beta-\gamma)-2(\alpha-\gamma)(\beta-\gamma)c''^2]\,\mathrm{c}.$$

Cela posé, au moyen des expressions de a'', b'', c'', en fonction de u, et de ces formules qu'on établit sans peine,

$$\alpha-\beta = in\frac{k^2\,\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{cn}\,\omega}{\mathrm{dn}\,\omega},\quad \beta-\delta = in\frac{k'^2\,\mathrm{sn}\,\omega}{\mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega},$$

$$\alpha-\delta = in\frac{\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{cn}\,\omega},\quad \gamma-\beta = in\frac{\mathrm{cn}\,\omega}{\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega},$$

$$\gamma-\alpha = in\frac{\mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{sn}\,\omega},\quad \gamma-\delta = in\frac{\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{cn}\,\omega},$$

nous obtenons, par un calcul facile,

$$(\beta-\alpha)(\gamma-\delta)-(\delta-\alpha)(\gamma-\alpha)-2(\beta-\alpha)(\gamma-\alpha)a''^2$$
$$=n^2[2k^2\,\mathrm{sn}^2u-1-k^2+k^2\,\mathrm{sn}^2\omega],$$
$$(\gamma-\beta)(\alpha-\delta)-(\delta-\beta)(\alpha-\beta)-2(\gamma-\beta)(\alpha-\beta)b''^2$$
$$=n^2\left[2k^2\,\mathrm{sn}^2u-1-k^2+k^2\frac{\mathrm{cn}^2\omega}{\mathrm{dn}^2\omega}\right],$$
$$(\alpha-\gamma)(\beta-\delta)-(\delta-\gamma)(\beta-\gamma)-2(\alpha-\gamma)(\beta-\gamma)c''^2$$
$$=n^2\left[2k^2\,\mathrm{sn}^2u-1-k^2+\frac{1}{\mathrm{sn}^2\omega}\right].$$

Prenant donc pour variable indépendante u au lieu de t, on aura

$$D_u^2\,\mathrm{a}=[2k^2\,\mathrm{sn}^2u-1-k^2+k^2\,\mathrm{sn}^2\omega]\mathrm{a},$$
$$D_u^2\,\mathrm{b}=\left[2k^2\,\mathrm{sn}^2u-1-k^2+k^2\frac{\mathrm{cn}^2\omega}{\mathrm{dn}^2\omega}\right]\mathrm{b},$$
$$D_u^2\,\mathrm{c}=\left[2k^2\,\mathrm{sn}^2u-1-k^2+\frac{1}{\mathrm{sn}^2\omega}\right]\mathrm{c};$$

et nous nous trouvons, par conséquent, amenés à trois des quatre formes canoniques de l'équation de Lamé, qui ont été considérées au § VI, p. 824. La solution générale de ces équations nous donne donc, en désignant les constantes arbitraires par P, Q, R, P′, Q′, R′,

$$\mathrm{a}=\mathrm{P}\frac{\mathrm{H}(u-\omega)e^{\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}u}}{\Theta(u)}+\mathrm{P}'\frac{\mathrm{H}(u+\omega)e^{-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}u}}{\Theta(u)},$$
$$\mathrm{b}=\mathrm{Q}\frac{\mathrm{H}_1(u-\omega)e^{\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}u}}{\Theta(u)}+\mathrm{Q}'\frac{\mathrm{H}_1(u+\omega)e^{-\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}u}}{\Theta(u)},$$
$$\mathrm{c}=\mathrm{R}\frac{\Theta(u-\omega)e^{\frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)}u}}{\Theta(u)}+\mathrm{R}'\frac{\Theta(u+\omega)e^{-\frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)}u}}{\Theta(u)},$$

et l'on en conclut, si l'on écrit, pour plus de simplicité, P, Q, R, ... au lieu de $\mathrm{P}e^{i\alpha t_0}$, $\mathrm{Q}e^{i\beta t_0}$, $\mathrm{R}e^{i\gamma t_0}$, ...,

$$\mathrm{A}=\mathrm{P}\frac{\mathrm{H}(u-\omega)}{\Theta(u)}e^{\left[\frac{i\alpha}{n}+\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]u}+\mathrm{P}'\frac{\mathrm{H}(u+\omega)}{\Theta(u)}e^{\left[\frac{i\alpha}{n}-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]u},$$
$$\mathrm{B}=\mathrm{Q}\frac{\mathrm{H}_1(u-\omega)}{\Theta(u)}e^{\left[\frac{i\beta}{n}+\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}\right]u}+\mathrm{Q}'\frac{\mathrm{H}_1(u+\omega)}{\Theta(u)}e^{\left[\frac{i\beta}{n}-\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}\right]u},$$
$$\mathrm{C}=\mathrm{R}\frac{\Theta(u-\omega)}{\Theta(u)}e^{\left[\frac{i\gamma}{n}+\frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)}\right]u}+\mathrm{R}'\frac{\Theta(u+\omega)}{\Theta(u)}e^{\left[\frac{i\gamma}{n}-\frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)}\right]u}$$

La détermination des six constantes qui entrent dans ces expressions se fait très-facilement, comme on va le voir.

» Je remarque, en premier lieu, que nous pouvons poser

$$\frac{i\alpha}{n}+\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}=\frac{i\beta}{n}+\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}=\frac{i\gamma}{n}+\frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)}=i\lambda,$$

λ désignant la quantité déjà considérée au § XVI, p. 1087. On a, en effet,

$$\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}=\mathrm{D}_\omega\log\mathrm{dn}\,\omega=-\frac{k^2\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{cn}\,\omega}{\mathrm{dn}\,\omega}.$$
$$\frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)}-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}=\mathrm{D}_\omega\log\mathrm{sn}\,\omega=\frac{\mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{sn}\,\omega},$$

et les égalités précédentes sont vérifiées au moyen des relations

$$\alpha-\beta=in\frac{k^2\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{cn}\,\omega}{\mathrm{dn}\,\omega},\quad \gamma-\alpha=in\frac{\mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{sn}\,\omega},$$

que nous avons données plus haut. Une consequence importante découle de là : c'est qu'en changeant u en $u+4\mathrm{K}$, les fonctions $\frac{\mathrm{H}(u-\omega)e^{i\lambda u}}{\Theta(u)}$, $\frac{\mathrm{H}_1(u-\omega)e^{i\lambda u}}{\Theta(u)}$, $\frac{\Theta(u-\omega)e^{i\lambda u}}{\Theta(u)}$ se reproduisent multipliées par le même facteur $e^{4i\lambda\mathrm{K}}$, tandis que les quantités

$$\frac{\mathrm{H}(u+\omega)}{\Theta(u)}e^{\left[\frac{i\alpha}{n}-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]u},\quad \frac{\mathrm{H}_1(u+\omega)}{\Theta(u)}e^{\left[\frac{i\beta}{n}-\frac{\Theta'_1(\omega)}{\Theta_1(\omega)}\right]u},\quad \frac{\Theta(u+\omega)}{\Theta(u)}e^{\left[\frac{i\gamma}{n}-\frac{\mathrm{H}'(\omega)}{\mathrm{H}(\omega)}\right]u}$$

sont affectées des facteurs $4i\left(\frac{\alpha}{n}-\lambda\mathrm{K}\right)$, $4i\left(\frac{\beta}{n}-\lambda\mathrm{K}\right)$, $4i\left(\frac{\gamma}{n}-\lambda\mathrm{K}\right)$, essentiellement inégaux. Or on a obtenu, pour les quotients $\frac{\mathrm{B}}{\mathrm{A}}$, $\frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A}}$, des fonctions doublement périodiques, ne changeant point quand on met $u+4\mathrm{K}$ au lieu de u; il faut donc que les facteurs amenés dans A, B, C, lorsqu'on remplace u par $u+4\mathrm{K}$, soient les mêmes, ce qui exige qu'on fasse $\mathrm{P}'=0$, $\mathrm{Q}'=0$, $\mathrm{R}'=0$. Ce point établi, j'écrirai, en modifiant convenablement la forme des constantes P, Q, R,

$$\mathrm{A}=\mathrm{P}\frac{\Theta(u-\omega)e^{i\lambda u}}{\Theta(u)}\,\mathrm{sn}(u-\omega),$$
$$\mathrm{B}=\mathrm{Q}\frac{\Theta(u-\omega)e^{i\lambda u}}{\Theta(u)}\,\mathrm{cn}(u-\omega),$$
$$\mathrm{C}=\mathrm{R}\frac{\Theta(u-\omega)e^{i\lambda u}}{\Theta(u)};$$

et j'emploie la condition $Aa'' + Bb'' + Cc'' = 0$, qui conduit à l'égalité

$$-\operatorname{P}\operatorname{cn}u\operatorname{sn}(u-\omega) + \operatorname{Q}\operatorname{dn}\omega\operatorname{sn}u\operatorname{cn}(u-\omega) - i\operatorname{R}\operatorname{sn}\omega\operatorname{dn}u = 0.$$

Or, en faisant $a = 0$ et $u = \omega$, on en déduit

$$P = Q = iR;$$

de sorte qu'on peut poser

$$P = \sqrt{k}Ne^{i\nu}, \quad Q = \sqrt{k}Ne^{i\nu}, \quad R = \frac{\sqrt{k}Ne^{i\nu}}{i},$$

ce qui nous donne les expressions de A, B, C obtenues au § XVI, p. 1087. Le calcul s'achève donc en déterminant, ainsi qu'on l'a fait plus haut, la valeur du facteur N.

» XVIII. Les formules que nous venons d'établir ont été le sujet des travaux de plusieurs géomètres; M. Somoff en a donné une démonstration dans un Mémoire du *Journal de Crelle* (¹), peu différente de celle de Jacobi, et qui repose aussi sur l'emploi des trois angles d'Euler. M. Brill, dans un excellent travail intitulé : *Sul problema della rotazione dei corpi* (*Annali di Matematica*, serie II, t. III, p. 33), a employé le premier les équations différentielles de Poisson et les quantités $a + ia'$, $b + ib'$, $c + ic'$ dont j'ai fait usage, mais son analyse est entièrement différente de la mienne. C'est à un autre point de vue que s'est placé M. Chelini (²) en déduisant pour la première fois les conséquences analytiques de la belle théorie de Poinsot, que son auteur ni personne n'avait encore données d'une manière aussi approfondie. Je mentionnerai enfin deux récents Mémoires de M. Siacci, professeur à l'Université de Turin, et dont l'auteur a bien voulu, dans la lettre suivante, datée de Turin, 24 décembre 1877, m'indiquer les points les plus essentiels :

» Poinsot, à la fin de son *Mémoire sur la rotation des corps*, démontre que la section diamétrale de l'ellipsoïde central, déterminée par le plan parallèle au couple d'impulsion, a son aire constante. Ce théorème a été le point de départ d'un Mémoire (³) dont les résultats se rattachent à la théorie des fonctions elliptiques aussi bien qu'à la théorie de la rotation. Je me suis

(¹) *Démonstration des formules de M. Jacobi relatives à la théorie de la rotation d'un corps solide*, t. 42, p. 95.

(²) *Determinazione analitica della rotazione dei corpi liberi secundo i concetti del signor Poinsot* (*Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, vol. X).

(³) *Memorie della Società italiana delle Scienze*, serie III, t. III.

d'abord proposé le problème de déterminer le mouvement des axes de cette section : pour abréger, je l'appellerai *section invariable*, et son plan, *plan invariable*. Une première solution du problème est suggérée par l'homothétie de la section invariable avec l'indicatrice de Dupin, relative à l'extrémité de l'axe instantané (pôle). La rotation d'un système de trois axes rectangulaires, dont les premiers coïncident avec les axes de la section, n'est que la résultante de deux rotations, l'une due au mouvement du pôle sur la poloïde, l'autre due au mouvement de l'ellipsoïde. Soient, sur ces axes, P_1, P_2, P_3 les composantes de la première vitesse angulaire; m_1, m_2, m_3 celles de la seconde. La résultante se composera de $P_1 + m_1$, $P_2 + m_2$, $P_3 + m_3$; et, comme le pôle reste sur un plan, on aura

$$(1) \qquad P_1 + m_1 = 0, \quad P_2 + m_2 = 0, \quad P_3 + m_3 = d\psi : dt,$$

ψ étant la longitude d'un des axes de la section. Soient $\sqrt{a_1}$, $\sqrt{a_2}$, $\sqrt{a_3}$ les demi-axes de l'ellipsoïde (le troisième est celui qui ne se couche jamais sur le plan invariable); x_1, x_2, x_3 les coordonnées du pôle; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ ($\lambda_3 = 0$, λ_1, λ_2 sont les demi-axes carrés de la section) les racines de l'équation

$(\lambda) \equiv \frac{x_1^2}{a_1 - \lambda} + \frac{x_2^2}{a_2 - \lambda} + \frac{x_3^2}{a_3 - \lambda} - 1 = 0$. On aura

$$m_r^2 = \frac{(a_1 - \lambda_r)(a_2 - \lambda_r)(a_3 - \lambda_r)}{(\lambda_r - \lambda_s)(\lambda_r - \lambda_{s'})}, \quad 2P_r dt = \frac{m_s m_{s'}}{\lambda_s - \lambda_{s'}}\left(\frac{d\lambda_s}{m_s^2} + \frac{d\lambda}{m_{s'}^2}\right)$$

(r, s, s' étant trois nombres de la série 1, 2, 3). Comme $\lambda_1 \lambda_2 = \text{const.} = c^2$, on a $m_3 = \text{const.}$ C'est, en effet, la distance du centre O au plan fixe de contact; de même m_1, m_2 sont les distances de O des plans tangents aux surfaces (λ_1) et (λ_2). Au moyen de ces valeurs, les équations (1), qui reviennent en substance aux équations d'Euler, donnent t et ψ en fonction de $x = \lambda_1 + \lambda_2$. En posant $t = nu$ (n expression connue), on obtient

$$(2) \qquad \psi = \mp \frac{u}{2}\left(\frac{d \log \operatorname{sn} i\sigma}{d\sigma} + \frac{d \log \operatorname{sn} i\tau}{d\tau}\right) \pm \frac{1}{2i}[\Pi(u, i\sigma) + \Pi(u, i\tau)],$$

$$(3) \qquad \psi = \mp \frac{u}{2}\left[\frac{d \log H(i\sigma)}{d\sigma} + \frac{d \log H(i\tau)}{d\tau}\right] \pm \frac{1}{4i} \log \frac{\Theta(u - i\sigma)\Theta(u - i\tau)}{\Theta(u + i\sigma)\Theta(u + i\tau)},$$

et l'on prendra le signe supérieur ou inférieur, suivant que $m_3^2 >$ ou $< a_2$.

Le module est $k = \sqrt{\frac{a_3(a_2 - a_1)(c^2 - a_1 a_2)}{a_1(a_2 - a_3)(c^2 - a_2 a_3)}}$, et σ et τ sont ainsi donnés :

$$\tau = \int_0^F \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k'^2 \sin^2\varphi}}, \quad \sigma = \int_0^G \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k'^2 \sin^2\varphi}}, \quad \cos\binom{F}{G} = \frac{c \pm a_3}{a_3 \pm c}\sqrt{\frac{a_3}{a_2}};$$

F étant un angle aigu positif ou négatif, suivant que $m_3^2 \gtrless a_2$ et G un angle positif, qui sera $<$ ou $> \frac{1}{2}\pi$, suivant que la zone entourée par la poloïde comprendra deux ombilics ou aucun : c'est, en effet, ce qui revient aux cas de $G \lesseqgtr \frac{1}{2}\pi$ ou de $\sigma \lesseqgtr K'$. La double expression

$$c\frac{H(i\sigma)\sqrt{\Theta(u+i\tau)\Theta(u-i\tau)} \pm H(i\tau)\sqrt{\Theta(u+i\sigma)\Theta(u-i\sigma)}}{H(i\sigma)\sqrt{\Theta(u+i\tau)\Theta(u-i\tau)} \pm H(i\tau)\sqrt{\Theta(u+i\sigma)\Theta(u-i\sigma)}}$$

donne λ_1 et λ_2. L'étude de l'expression de (3) démontre que le mouvement moyen des demi-axes de la section est donné par le terme multiplié par u, et l'inégalité par l'autre, lorsque $\sigma < K'$; lorsque $\sigma > K'$, le mouvement moyen et l'inégalité sont donnés par les mêmes termes en y changeant σ en $\sigma - 2K'$; et l'on trouve que, dans le second cas, le mouvement moyen coïncide avec celui des projections des demi-axes $\sqrt{a_1}$ et $\sqrt{a_2}$, et dans le premier avec celui des projections de $\sqrt{a_3}$ et de l'axe instantané.

» On peut tirer ψ de l'expression de la longitude (μ) d'une droite quelconque OR, dont l'extrémité a ξ_1, ξ_2, ξ_3 pour coordonnées. Je trouve ainsi

$$\psi + \operatorname{arc\,tang}\left[\left(\frac{m_2 x_1 \xi_1}{a_1-\lambda_2} + \frac{m_2 x_2 \xi_2}{a_2-\lambda_2} + \frac{m_2 x_3 \xi_3}{a_3-\lambda_2}\right) : \left(\frac{m_1 x_1 \xi_1}{a_1-\lambda_1} + \frac{m_1 x_2 \xi_2}{a_2-\lambda_1} + \frac{m_1 x_3 \xi_3}{a_3-\lambda_1}\right)\right] = (\mu),$$

et je donne aussi l'expression développée de (μ). Comme ξ_1, ξ_2, ξ_3 sont fonctions arbitraires de u, on voit l'infinité de formes qu'on peut donner à l'expression (2) de ψ.

» En faisant coïncider OR avec $\sqrt{a_1}$, $\sqrt{a_2}$, $\sqrt{a_3}$ et avec l'axe instantané, on obtient leurs longitudes μ_1, μ_2, μ_3, μ et l'on a

$$(4) \qquad \psi = \mu_r - \operatorname{arc\,tang}\frac{m_2}{m_1}\frac{a_r-\lambda_1}{a_r-\lambda_2} = \mu - \operatorname{arc\,tang}\frac{m_2}{m_1}.$$

» Ces quatre expressions de ψ contiennent les principaux théorèmes sur la transformation et sur l'addition des paramètres des intégrales elliptiques de troisième espèce, mais sous une forme nouvelle, à cause des termes circulaires.

» Le mouvement des projections des axes du corps et de l'axe instantané a été déterminé par Jacobi : leurs inégalités sont données au moyen d'une constante a, qui se trouve liée avec nos quantités par l'équation $\sigma + \tau = 2a$; mais aux expressions des mouvements moyens concourent les moments d'inertie du corps. Au moyen des quantités σ et τ, elles acquièrent, comme on a vu, une forme plus homogène. Si nous posons $\sigma - \tau = 2b$, les constantes du problème a_1, a_2, a_3, m_3 se transforment en a, b, c, k.

Ainsi l'on a

$$\frac{a_1}{c} = \frac{\mathrm{sn}\,ia\,\mathrm{dn}\,ia\,\mathrm{cn}\,ib}{\mathrm{sn}\,ib\,\mathrm{dn}\,ib\,\mathrm{cn}\,ia},\quad \frac{a_2}{c} = \frac{\mathrm{sn}\,ia\,\mathrm{cn}\,ib\,\mathrm{dn}\,ib}{\mathrm{sn}\,ib\,\mathrm{cn}\,ia\,\mathrm{dn}\,ia},\quad \frac{a_3}{c} = \frac{\mathrm{sn}\,ib\,\mathrm{cn}\,ib\,\mathrm{dn}\,ia}{\mathrm{sn}\,ia\,\mathrm{cn}\,ia\,\mathrm{dn}\,ib},$$

$$\frac{x_1^2}{a_1} = \frac{\mathrm{cn}^2 u}{\mathrm{cn}^2 ib},\qquad \frac{x_2^2}{a_2} = \frac{\mathrm{dn}^2 ib}{\mathrm{cn}^2 ib}\,\mathrm{sn}^2 u,\qquad \frac{x_3^2}{a_3} = -\frac{\mathrm{sn}^2 ib}{\mathrm{cn}^2 ib}\,\mathrm{dn}^2 u;$$

en changeant $x_r^2 : a_r$ en $m_3^2 x_r^2 : a_r^2$, on change b en a. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le pouvoir rotatoire du métastyrolène.* Note de M. BERTHELOT.

« 1. Le styrolène est un carbure d'hydrogène, $C^{16}H^8$, polymère de l'acétylène, et qui peut être obtenu par synthèse directe, soit en condensant l'acétylène par la chaleur, soit en le combinant directement avec la benzine, autre polymère de l'acétylène. Il est également formé par les végétaux. Mais le carbure naturel se distingue, comme il arrive souvent, par l'existence du pouvoir rotatoire. J'ai reconnu, en effet, qu'il dévie à gauche la lumière polarisée ($\alpha_D = -3^\circ{,}4$) : j'ai prouvé d'ailleurs, par des analyses précises, que la propriété appartient au carbure absolument pur, exempt de tout produit oxygéné et de toute matière étrangère.

» 2. L'existence du pouvoir rotatoire dans un composé aussi simple ayant paru offrir de l'intérêt, je crois utile d'en donner de nouvelles preuves, qui se sont présentées à moi en étudiant le métastyrolène.

» Le styrolène, en effet, se transforme spontanément, soit à la longue à la température ordinaire, soit rapidement sous l'influence de la chaleur, en un composé polymérique amorphe, observé d'abord par MM. Glenard et Boudault.

» Ce polymère se forme peu à peu; les premières portions restent dissoutes dans le styrolène, qu'elles épaississent graduellement. La masse finit par se solidifier, sans cesser d'être amorphe, et par prendre la consistance de la corne. La composition chimique demeure la même; ainsi qu'on l'a vérifié lorsque le changement s'opère dans des flacons exactement bouchés, ou dans des vases scellés à la lampe. J'ai eu occasion de contrôler bien des fois cette transformation; mais, en général, le produit solide demeure opaque, ce qui s'oppose à l'étude de ses propriétés optiques. Une seule fois, j'ai observé un métastyrolène solide, qui était demeuré transparent et vitreux, dans un flacon fermé et rempli presque en totalité. C'était, d'ailleurs, l'échantillon même du carbure pur, sur lequel j'avais fait, il y a douze ans,

mes premières recherches (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 4e série, t. XII, p. 159; et 5e série, t. IX, p. 53).

» 3. Ce métastyrolène, de consistance dure et cornée, ne pouvait être fondu sans se détruire, ni coupé en morceaux sans devenir opaque. J'ai dû en faire l'étude optique dans le flacon lui-même, en collant (1) sur les parois opposées du flacon deux lames de verre parallèles, que j'ai fait traverser normalement par un pinceau de lumière polarisée; la direction de ce pinceau était définie à l'aide de deux diaphragmes de papier noir, fixés sur les lames parallèles. L'épaisseur de la couche de carbure solide traversée par la lumière polarisée était égale à 23 millimètres environ; j'ai observé, avec la lumière jaune du sodium, une déviation à gauche très-nette. La valeur numérique obtenue dans deux séries était : $-0^{\circ},50$ et $-0^{\circ},35$; soit $-0^{\circ},42$ en moyenne. Pour plus de certitude, et en raison de la difficulté de l'observation, j'ai prié M. Mascart, professeur de Physique au Collége de France, de répéter l'observation ; il a obtenu : $-0^{\circ},50$ et $-0^{\circ},32$; soit $-0^{\circ},41$ en moyenne. On tire de ces nombres la valeur du pouvoir rotatoire du métastyrolène, soit $\alpha_D = -2^{\circ},2$.

» 4. J'ai encore étudié un autre échantillon dans un état intermédiaire. Il résultait de la transformation d'un styrolène rectifié, il y a deux ans encore, pour des analyses et autres mesures que j'ai publiées à cette époque. Il se trouve aujourd'hui transformé presque entièrement en métastyrolène, maintenu à l'état pâteux par la présence de quelques centièmes de styrolène inaltéré. Son état est tel, qu'il faut une heure environ pour faire écouler 5 grammes de matière à travers l'orifice d'un flacon renversé. J'en ai mesuré le pouvoir rotatoire sous une épaisseur de 42 millimètres, et j'ai observé avec la lumière jaune une déviation de $-1^{\circ},03$; ce qui donne pour le pouvoir rotatoire :

$$\alpha_0 = -2^{\circ},5;$$

valeur de même signe que la précédente, mais un peu plus forte, comme on devait s'y attendre.

» Au surplus, j'indique ces nombres, plutôt pour préciser l'existence et le signe du pouvoir rotatoire, que comme des valeurs absolues, fort difficiles à obtenir dans les conditions des mesures.

» 5. Ainsi le pouvoir rotatoire primitif du styrolène subsiste et conserve son signe dans le carbure polymérisé à la température ordinaire;

(1) Avec du baume de Canada, dans les premiers essais; avec du métastyrolène visqueux dans les seconds.

mais il paraît diminué d'un tiers environ, lorsque la solidification, signe de la transformation, est devenue complète.

» En résumé, le métastyrolène, dérivé à froid du styrolène actif, possède le pouvoir rotatoire; au même titre que le métatérébenthène participe du pouvoir rotatoire du térébenthène. La permanence de cette propriété dans le carbure dérivé, obtenu dans des conditions si simples, serait une preuve suffisante de son existence dans le carbure primitif, si celle-ci n'avait pu être constatée d'ailleurs directement. Au contraire, le styrolène inactif, tel qu'il est préparé par voie pyrogénée, engendre un métastyrolène spécial, et qui doit être également inactif.

» 6. Si j'insiste sur le styrolène doué du pouvoir rotatoire, c'est parce qu'une théorie récemment proposée pour expliquer le pouvoir rotatoire des composés organiques, celle du *carbone* dit *asymétrique*, regarderait comme impossible l'existence de cette propriété dans un carbure aussi simple que le styrolène. Il résulte des faits observés que cette théorie est incompatible avec l'expérience.

» Il est facile de grouper *a priori* les atomes de la plupart des composés organiques un peu compliqués, de façon à construire dans l'espace deux édifices symétriques et non superposables, analogues à un corps lévogyre et à son isomère dextrogyre. MM. Lebel et Van't Hoff l'ont fait d'une manière ingénieuse, et l'on peut imaginer bien des conceptions figuratives, distinctes des leurs, mais équivalentes : c'est un problème de Géométrie indéterminé. Mais, chose singulière, c'est l'existence du corps isomère inactif et non dédoublable, c'est-à-dire appartenant au type ordinaire et normal, tel que l'acide malique inactif, qui échappe le plus souvent à ce genre d'imaginations : loin d'être plus facile à construire, ce type serait exceptionnel, attendu qu'il réclame l'existence simultanée d'une symétrie inverse dans le même édifice. On voit par là que la conception du carbone asymétrique n'est pas, à proprement parler, adéquate avec l'observation, laquelle établit, suivant la belle découverte de M. Pasteur, l'existence de quatre types isomères, caractéristiques des composés doués du pouvoir rotatoire. (Voir mes observations au *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIII, p. 339, 1875.) Les théories de ce genre sont si vagues et s'appliquent à tant de corps qu'il est difficile de les contrôler par l'expérience, si ce n'est dans les limites et les négations qu'elles imposent : tel est l'intérêt des observations relatives au pouvoir rotatoire du styrolène. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur l'anneau de Saturne* (suite); par M. F. TISSERAND.

« Avec les valeurs numériques précédentes, l'inégalité (1) devient

$$(6)\qquad 0,535h + 6,712h\log\frac{1}{h} - 0,680\frac{\rho_1}{\rho} > 0,$$

le premier membre de cette inégalité est négatif pour $h = 0$; sa dérivée

$$6,712\log\frac{1}{h} - 6,177$$

est d'abord positive; elle s'annule pour $h = 0,398$, valeur qui donne un maximum pour le premier membre; ce maximum est

$$H = +2,674 - 0,680\frac{\rho_1}{\rho};$$

h continuant à croître, le premier membre de l'inégalité décroît sans cesse, et il est égal à $-\infty$ pour $h = +\infty$. Pour que l'inégalité soit possible, il faut que H soit positif, ce qui donne

$$\frac{\rho}{\rho_1} > \frac{0,680}{2,674} > \frac{1}{4}\text{ environ.}$$

» Ainsi l'équilibre serait certainement impossible si la densité de l'anneau était moindre que le quart de la densité moyenne de la planète. Supposons donc $\frac{\rho}{\rho_1} > \frac{1}{4}$; alors, en égalant à zéro le premier membre de (6), on a une équation qui a deux racines réelles h' et h''; la valeur de h devra être comprise entre h' et h''; nous ne ferons pas usage de la limite supérieure h'', et nous nous bornerons à $h > h'$. Donnant au rapport $\frac{\rho_1}{\rho}$ des valeurs équidistantes, je calcule les valeurs correspondantes de h', et je les réunis dans le tableau suivant :

$\frac{\rho_1}{\rho}$.	h'.	E.	$\frac{M}{m}$.
1,8	0,065	1″,8	3,7
1,6	0,054	1,5	4,0
1,4	0,044	1,2	4,2
1,2	0,036	1,0	4,5
1,0	0,028	0,8	4,9
0,8	0,020	0,6	5,3
0,6	0,014	0,3	5,8
0,4	0,008	0,2	6,4

E est l'épaisseur de l'anneau en secondes, correspondant à $h = h'$; $\frac{M}{m}$ est le rapport correspondant de la masse de la planète à la masse de l'anneau; on voit que, si les dernières valeurs de E sont acceptables à la rigueur, il n'en est pas de même des valeurs de $\frac{M}{m}$; on sait qu'on doit avoir $\frac{M}{m} > 213$, et les nombres du tableau sont plus petits que 7. Pour tomber sur une valeur admissible, il faudrait donner à $\frac{\rho_1}{\rho}$ des valeurs extrêmement petites et, par suite, admettre que la densité de l'anneau est très-considérable relativement à celle de la planète, ce qui n'est pas vraisemblable. La conclusion est donc qu'un anneau continu entre les limites r et r' n'aurait pu se maintenir en équilibre; on doit admettre que l'anneau s'est divisé.

» Il faudrait maintenant supposer, entre les limites r et r', une série d'anneaux séparés par des vides, et déterminer les proportions des pleins et des vides, de manière que chacun des anneaux puisse se maintenir en équilibre sous l'action de la planète, de la force centrifuge et de l'attraction de tous les anneaux isolés; mais la question ainsi posée est très-complexe: je me bornerai à chercher quelle est la plus grande largeur que puisse avoir un anneau isolé, à des distances variables de la planète, pour rester en équilibre.

» Je désigne les rayons extrêmes de cet anneau par r et r', et, ε étant une petite quantité, je pose $r = r_0(1 - \varepsilon)$, $r' = r_0(1 + \varepsilon)$. Je calcule les valeurs de p et p', en me servant des valeurs approchées (4), et je néglige les petites quantités de l'ordre de $\varepsilon^2 h$; je trouve ainsi, en désignant par e la base des logarithmes népériens que j'emploie comme précédemment,

$$p = 4f\rho h \left[\log\frac{8r_0}{h} + (1 + \varepsilon)\log\frac{e\varepsilon}{4}\right],$$

$$-p' = 4f\rho h \left[\log\frac{8r_0}{h} + (1 - \varepsilon)\log\frac{e\varepsilon}{4}\right],$$

$$pr' - p'r = 8f\rho h r_0 \left[\log\frac{8r_0}{h} + \log\frac{e\varepsilon}{4}\right];$$

je porte cette valeur dans l'inégalité (1)

$$pr' - p'r > f\mathrm{M}\frac{r'^3 - r^3}{r^2 r'^2},$$

en remplaçant M par $0,9886\rho_1$ et $\frac{r'^3 - r^3}{r^2 r'^2}$ par $\frac{6\varepsilon}{r_0}$ (en négligeant seulement ε^3); je trouve

$$h\log\frac{2er_0\varepsilon}{h} > 0,7415\frac{\varepsilon}{r_0^2}\frac{\rho_1}{\rho}.$$

Je pose, en outre, $\lambda = \frac{2 e r_0 \varepsilon}{h}$, $\mu = 0{,}3707 \frac{\rho_1}{\rho} \frac{1}{r_0^3}$, et je trouve que je dois satisfaire à l'inégalité suivante :

(7) $$\log(e\lambda) - \mu\lambda > 0.$$

Le premier membre de cette inégalité est égal à $-\infty$ pour $\lambda = 0$; il croît avec λ et atteint son maximum, $\log\frac{1}{\mu}$, pour $\lambda = \frac{1}{\mu}$; après quoi il diminue constamment et est égal à $-\infty$ pour $\lambda = +\infty$. Pour que l'inégalité puisse être vérifiée, il faut qu'on ait

$$\log\frac{1}{\mu} > 0 \quad \text{ou} \quad \mu < 1;$$

d'où il résulte

$$r_0^3 > 0{,}3707 \frac{\rho_1}{\rho}.$$

» Je supposerai, dans ce qui suit, $\rho = \rho_1$; nous devrons donc avoir

$$r_0^3 > 0{,}3707 \quad \text{ou bien} \quad r_0 > 0{,}72; \quad \text{en secondes,} \quad r_0 > 9'',6.$$

Cette condition est vérifiée, même pour l'anneau obscur, dont la partie intérieure est distante du centre de Saturne de 10'',6. En égalant à zéro le premier membre de (7), on aura donc une équation admettant deux racines réelles, λ' et λ'', et λ devra être compris entre λ' et λ''; je n'ai à m'occuper que de la limite supérieure, et je devrai avoir $\lambda < \lambda''$. Je donne ci-dessous les valeurs de λ'' qui répondent à sept valeurs équidistantes de r_0 :

r_0.	λ''.	L.
0,9	5,22	0'',04
1,0	8,45	0,07
1,1	12,71	0,11
1,2	18,18	0,15
1,3	25,01	0,21
1,4	33,37	0,28
1,5	43,44	0,36

On doit avoir

$$\frac{2 r_0 \varepsilon}{h} < \lambda'', \quad \text{d'où} \quad 2 r_0 \varepsilon < \lambda'' h;$$

$2 r_0 \varepsilon$ est la largeur de l'anneau. On voit que, pour $r_0 = 1{,}0$, la limite supérieure de cette largeur est $8{,}45 h$; pour $r_0 = 1{,}5$, elle est $43{,}44 h$, c'est-à-dire environ cinq fois plus grande. En admettant $\frac{m}{M} = \frac{1}{213}$, on trouve que, si l'anneau était plein, on aurait $h = \frac{1}{1591}$ ou, en secondes, 0'',0084; la valeur de h est probablement un peu supérieure à cette quantité. J'ai dé-

signé ci-dessus par L le produit $0'',0084\lambda''$, qui donnerait, dans cette hypothèse, la plus grande largeur d'un anneau isolé.

» Il convient peut-être de rappeler, en terminant, que, le 14 février 1857, Bond a pu décomposer l'anneau presque entier en divisions très-fines; ces divisions étaient beaucoup plus rapprochées vers l'intérieur de l'anneau qu'à l'extérieur. »

AGRICULTURE. — *Observations au sujet du cotonnier Bahmié.* Note de M. CH. NAUDIN.

« Il a été souvent question, depuis deux ans, dans les journaux d'agriculture, les journaux politiques et quelques publications scientifiques, d'une nouvelle race de cotonnier, trouvée en Égypte, et si productive, disait-on, qu'elle ne devait pas tarder à remplacer toutes les autres en ce pays et ailleurs. Elle paraissait même si différente des variétés ordinaires, que quelques personnes n'ont pas hésité à y voir le produit d'un croisement entre un cotonnier (*Gossypium*) et l'*Hibiscus esculentus*, Malvacée potagère plus connue sous le nom de *Gombo*. De là le nom de *Bahmié*, qui est celui de Gombo en arabe, donné à la nouvelle race de cotonnier.

» Cette origine hybride était excessivement peu probable; cependant on ne pouvait pas la nier *a priori*, attendu que les deux genres *Gossypium* et *Hibiscus* ne sont pas très-éloignés l'un de l'autre et qu'on a quelques exemples de croisements féconds entre des plantes appartenant à des genres tenus pour différents. Pour cette raison, comme aussi pour vérifier si la supériorité qu'on attribuait au cotonnier Bahmié sur les autres races était fondée, il devenait intéressant de le soumettre à un examen plus approfondi. J'ai donc fait venir d'Égypte, par l'entremise de M. Delchevalerie, directeur des jardins de S. A. le Khédivé, au Caire, des graines de la nouvelle race de cotonnier, en même temps que de celles de l'ancienne et de ce Gombo auquel on attribuait un rôle de paternité dans la production du cotonnier Bahmié. Ces graines, arrivées dans les derniers jours de mai, n'ont pu être semées que le 31 de ce mois; c'était plus de six semaines trop tard; néanmoins les plantes se sont bien développées, elles ont fleuri et produit un grand nombre de capsules, dont quelques-unes, les premières formées seulement, ont commencé à mûrir vers la fin de novembre.

» Ainsi que je m'y attendais, le nouveau cotonnier ne présentait aucune trace d'hybridité, et il ne différait de l'ancienne race que par le port; mais on s'explique l'erreur commise sur ce point par la grande ressemblance

de ses fleurs avec celles du Gombo. Elles sont de même grandeur, de la même nuance jaune de soufre et de la même forme dans les deux plantes, ne différant guère, à un examen superficiel, que par les bractées de leur calycule. Un autre trait de ressemblance avec le Gombo, et celui-ci est le seul important pour les cultivateurs, est la simplicité de la tige dans le cotonnier Bahmié, qui, au lieu de se ramifier et de former le buisson comme dans l'ancienne race, reste simple et file droit jusqu'à 2 mètres et plus de hauteur, donnant, à l'aisselle de chaque feuille, d'une à quatre capsules, le plus ordinairement trois. Il résulte de cette modification du port que les plantes gagnent en hauteur ce qu'elles perdent en largeur, et qu'on en peut faire tenir un beaucoup plus grand nombre que de la variété buissonnante sur une même étendue de terrain, surplus qui est évalué à un tiers par les cultivateurs égyptiens. D'après les exemplaires que j'ai obtenus à Collioure, trois plantes seraient à l'aise sur un mètre carré, ce qui en porterait le nombre à 30 000 par hectare.

» Les variétés ont généralement plus de valeur au point de vue de l'agriculture que les types spécifiques auxquels elles se rattachent, mais elles n'acquièrent toute cette valeur qu'à condition d'être perfectionnées, c'est-à-dire d'être amenées par des soins raisonnés, et surtout par la sélection, à donner le maximum de produit qu'on leur demande. Le cotonnier Bahmié, trouvé d'hier, en est encore à la période d'amélioration : il n'est point parfait, en ce sens qu'on voit encore fréquemment une ou deux branches se produire au bas de sa tige. Le cultivateur a sans doute la ressource de les supprimer, et ce serait une bonne pratique, mais il vaudrait encore mieux que les plantes n'en produisissent pas, que les tiges restassent absolument simples et que les cultures offrissent cette homogénéité qui plaît à l'œil et qui est aussi le gage d'une production régulière et abondante. Ce résultat pourra s'obtenir en quelques années par une sélection sévère dans les semis, d'où il faudra éliminer, avant leur floraison, tous les individus qui ne répondraient pas strictement à l'idéal de la race. Il faudra surtout éviter le voisinage des cultures de cotonniers ordinaires pour ne pas donner lieu aux échanges de pollens, qui ne tarderaient pas à faire rentrer la nouvelle race dans l'ancienne, c'est-à-dire à la faire dégénérer.

» Quant à l'espèce botanique à laquelle appartient le cotonnier Bahmié, c'est le *Gossypium barbadense* de Linné et de Parlatore, le *G. maritimum* de Todaro, connu plus généralement sous le nom de *Sea Island* ou *Coton lonque-soie*. C'est aussi, paraît-il, l'espèce la plus estimée, mais elle est une de celles qui demandent le plus de chaleur. Elle a été cultivée avec un cer-

tain succès dans le royaume Napolitain, en Sicile et dans les autres îles italiennes, mais seulement au voisinage de la mer et dans les localités les plus chaudes.

» A Collioure la somme de chaleur reçue par les plantes, du 1er juin au 21 octobre, a été de 3202,3 degrés centigrades. Ce n'était pas assez, mais j'ai dit plus haut que ma culture a commencé près de deux mois trop tard, et je ne doute guère que si le semis avait pu être fait dans la première quinzaine d'avril le résultat n'eût été tout autre, sans être cependant ce qu'on pourrait appeler un succès complet au point de vue agricole.

» La culture du cotonnier a eu un moment de grande vogue en Algérie. Depuis plusieurs années, par suite de conditions plus économiques que climatériques, elle est fort déchue dans l'estime des colons, et elle n'a guère conservé de partisans que dans la province d'Oran, où même elle est fort réduite aujourd'hui. D'après l'*Exposé de la situation en Algérie*, par M. le général Chanzy, à la date du 15 novembre 1877, les cotonneries de la province n'occupaient plus, en 1876, que 86 planteurs européens, opérant sur 294 hectares, et produisant un total de 31180 kilogrammes de coton marchand. Il semble impossible que cette belle industrie, si prospère en d'autres pays, ne se relève pas un jour de cet état d'abandon dans notre colonie, quand la main-d'œuvre y sera devenue plus abondante et moins chère. Une nouvelle race de cotonnier, plus avantageuse que les anciennes, aiderait sans doute à ce relèvement, et c'est ce qui me donne à penser qu'il y aurait quelque intérêt à y introduire et à y perfectionner celle qui fait l'objet de cette Note. »

DYNAMIQUE. — *Notions concernant le travail intermoléculaire* (suite). Note de M. P. BOILEAU.

« Le théorème exprimé par l'équation (1) pourrait être appliqué à des opérations mécaniques et à des phénomènes divers : prenons pour exemple la compression, sans action brusque, d'une masse gazeuse m renfermée dans un cylindre vertical dont le rayon reste invariable. Soient, dans un instant quelconque de cette opération,

y la longueur initiale de la colonne du gaz;
p la pression exercée sur l'unité d'aire par la surface inférieure S d'un piston;
$d\tau$ le travail intermoléculaire;
dq la quantité de chaleur transmise ou enlevée au gaz par les parois qui le contiennent.

» Dans l'instant considéré, le déplacement relatif de la surface d'application de la force Sp, par rapport au centre de gravité de la masse m, est $\frac{1}{2}dy$; la réaction du fond du cylindre est $Sp + mg$, et le centre de gravité se déplace de $\frac{1}{2}dy$ par rapport aux points d'application de cette force: enfin le frottement du gaz sur la paroi latérale est relativement insignifiant, et le travail intermoléculaire des réactions de cette paroi est nul : en conséquence, l'application du théorème précité et des observations qui le suivent donne, pour chaque instant,

$$(2) \qquad d\tau = Spdy + \tfrac{1}{2}mgdy \pm Edq,$$

E étant le coefficient que l'on nomme *équivalent mécanique de la chaleur*. Cela posé, soient y' et y'' les valeurs de y mesurées au commencement et à la fin de la période de compression; p' et δ la pression et la densité primitives; nous avons, en remarquant que $mg = \delta S y'$,

$$(3) \qquad \tau = S\int_{y''}^{y'} pdy + \tfrac{1}{2}\delta S y'(y' - y'') \pm Eq.$$

» En employant un des instruments indicateurs que Watt a inventés pour l'étude des pressions dans les cylindres et dans les condenseurs des machines à vapeur, instruments qui, perfectionnés ([1]) d'après des idées fondamentales émises en 1831 par Poncelet ([2]), traceraient le diagramme des pressions intérieures correspondant aux déplacements du piston, on obtiendrait par une quadrature la valeur du premier terme de l'expression (3) de τ. Lorsque la variation thermique q, due au contact des parois, est nulle ou très-faible, et que la compression du gaz reste inférieure à celle qui modifierait le groupement des molécules, le diagramme précité n'est pas nécessaire; en effet, si, d'une part, les attractions intermoléculaires tendent à faire augmenter la compressibilité avec l'état de compression, d'autre part, l'accroissement de chaleur dû à cette compression tend à produire un effet inverse ([3]), de sorte que, dans beaucoup de cas, on peut se borner à

([1]) Voir la *Notice sur divers appareils dynamométriques*, par M. Morin, chef d'escadron d'artillerie; Paris, 1841.

([2]) *Cours de Mécanique appliquée aux machines*, Section VII.

([3]) Dans les expériences que j'ai effectuées, en 1853, sur l'élasticité du caoutchouc vulcanisé, j'ai reconnu que la compressibilité de cette substance, après avoir augmenté avec la compression, atteint un maximum, puis diminue; or ce fait ne pouvait être dû qu'à l'accroissement de chaleur, car il se produisait avant que l'élasticité inhérente à la constitution du corps fût sensiblement altérée.

appliquer la loi de Mariotte, ce qui donne

$$S\int_{y''}^{y'} p\,dy = p'Sy' \log \text{nép.} \frac{y'}{y''}.$$

Travail intermoléculaire dans un système de plusieurs corps. — On pourra appliquer le théorème précédemment établi à un système de plusieurs corps ou organes, en considérant chacun de ces corps successivement, dans l'ordre de la transmission du mouvement, puis on fera la somme des quantités exprimées. Dans cette somme se trouveront les travaux intermoléculaires dus aux actions que deux corps consécutifs exercent l'un sur l'autre, et que je nommerai *actions mutuelles extérieures;* or l'évaluation de chacun de ces travaux nécessite quelques considérations que je vais présenter. Soient, parallèlement à l'un des trois axes fixes de coordonnées, OX par exemple, et dans un instant dt,

X l'intensité de la composante de l'action mutuelle extérieure de deux corps consécutifs;

$d\varepsilon$ et $d\varepsilon'$ les déplacements que les points d'application de cette force subissent, respectivement, dans l'un et dans l'autre de ces corps, par rapport à son centre de gravité;

w_x et w'_x les composantes des vitesses de ces points;

u_x et u'_x celles des vitesses des deux centres de gravité, u_x représentant la plus grande quand elles sont inégales;

$d\tau_x$ le travail intermoléculaire de la force X.

D'après le théorème précité, les composants de ce travail sont $Xd\varepsilon$, dans l'un des corps, et $Xd\varepsilon'$ dans l'autre; donc

$$(4) \qquad d\tau_x = X(d\varepsilon + d\varepsilon');$$

nous avons, d'ailleurs,

$$d\varepsilon = \pm(u_x - w_x)\,dt, \quad \text{et} \quad d\varepsilon' = \pm(u'_x - w'_x)\,dt;$$

d'où, en substituant dans l'équation (4),

$$(5) \qquad d\tau_x = X[(u_x - u'_x)\,dt \pm (w_x - w'_x)\,dt],$$

puisque u_x désigne la plus grande des deux vitesses des centres de gravité. Cela posé, je ferai remarquer que le travail $d\tau_x$ correspond à une somme d'effets physiques produits dans les deux corps, de sorte que sa valeur ne doit, dans aucun cas, être une différence des deux travaux intermoléculaires; en conséquence, les signes à adopter dans les expressions de $d\varepsilon$ et $d\varepsilon'$ doivent être déterminés de manière que les composants $Xd\varepsilon$ et $Xd\varepsilon'$

oi ent tous deux positifs. Dans le cas des organes des machines, par exemple, pour deux organes consécutifs, les vitesses composantes sont de même sens, et les différences, telles que $u_x - w_x$, $u'_x - w'_x$, sont généralement de signes contraires, de sorte qu'il faut prendre $d\varepsilon' = (w'_x - u'_x)dt$ avec $d\varepsilon = (u_x - w_x)dt$; d'où il résulte, parallèlement à l'axe OX,

$$(6) \qquad d\tau_x = X[(u_x - u'_x) + (w'_x - w_x)]dt.$$

» Au point de vue général, une relation analogue à l'équation (5) a lieu parallèlement à chacun des trois axes fixes : le problème est maintenant réduit à une question d'intégration; car, celle-ci étant résolue, on aura pour le travail intermoléculaire de l'action mutuelle extérieure de deux corps consécutifs,

$$\tau = \tau_x + \tau_y + \tau_z.$$

» *Corollaire.* — Il peut être utile de connaître particulièrement la quantité du travail intermoléculaire effectué dans la direction de la normale aux surfaces de contact de deux corps; à cet effet, on prendra l'axe OX parallèle à cette direction, et l'on remarquera qu'alors $w_x = w'_x$, de sorte que, d'après l'équation (6), la quantité de travail dont il s'agit est, dans chaque instant, égale au produit de l'intensité de la composante de l'action mutuelle extérieure par le déplacement relatif des deux centres de gravité dans sa direction. A titre d'application, supposons qu'une masse m' au repos soit choquée par une masse m libre, mais animée d'un mouvement normal à la surface de contact, et désignons par v et v' les vitesses respectives des deux centres de gravité au commencement d'un instant quelconque dt de la première période du choc : l'intensité de l'action mutuelle extérieure est, dans cet instant,

$$m\frac{dv}{dt} = m'\frac{dv'}{dt},$$

de sorte que, en vertu du corollaire précédent,

$$d\tau = m(v - v')dv.$$

» Cela posé, soient V la vitesse primitive du centre de gravité de la masse m, et U celle que les deux centres de gravité possèdent en commun à la fin de la période considérée, c'est-à-dire quand les déformations des deux corps sont entièrement accomplies, nous avons, pour la somme des travaux intermoléculaires des trois catégories, qui peuvent être effectués pendant cette période,

$$\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = m\int_U^V (v - v')dv = \frac{1}{2}m(V^2 - U^2) - \frac{1}{2}m'U^2,$$

puisque $mdv = m'dv'$. Ce résultat vérifie la théorie précédente, car la perte de force vive survenue dans le système des deux masses n'est due ici qu'à la transformation d'une partie du mouvement extérieur de l'une d'elles, en mouvements intestins. Dans la période suivante, où les deux corps tendent à reprendre leur forme primitive, la quantité de force vive extérieure restituée par voie de détente ne dépend pas seulement de leur élasticité; car, par suite de la propriété de *persistance* signalée précédemment, les vibrations excitées dans la première période et, si les corps sont fluides, les tourbillonnements, continuent à exister en s'affaiblissant lentement : on voit que, dans les machines où des chocs se produisent, les corps solides que l'on interpose doivent joindre à une grande élasticité une autre propriété, savoir qu'à égalité de vitesse de choc la force vive des vibrations moléculaires excitées soit un minimum : à ce point de vue, le caoutchouc sulfuré est le plus avantageux des intermédiaires; mais, pour que son élasticité ne soit pas altérée en peu de temps, il faut, d'après mes expériences, que l'intensité des réactions auxquelles il est exposé n'excède pas 14 kilogrammes par centimètre carré.

» Au sujet de l'équation (5) et des deux relations analogues correspondant respectivement aux axes OY et OZ, je ferai remarquer que ces trois équations ne supposent pas le contact des corps, et que, par conséquent, elles sont applicables aux cas où l'action mutuelle extérieure s'exerce à distance [1]. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Observations relatives à une Communication récente de* M. Boiteau, *sur la comparaison entre le Phylloxera du chêne et le Phylloxera de la vigne.* Note de M. G. BALBIANI.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Suivant M. Boiteau [2], la forme ailée du Phylloxera du chêne se distinguerait de son congénère, du Phylloxera de la vigne, par ses antennes composées de *cinq* articles, tandis que ceux-ci sont au nombre de *trois* seulement chez cette dernière espèce. On remarquerait en outre au dernier

---

(1) Le phénomène des marées, par exemple, peut être considéré comme résultant de deux travaux intermoléculaires appartenant à la première catégorie de notre classification.

(2) *Comptes rendus*, séance du 10 décembre, page 1096 de ce volume.

anneau de l'abdomen du *Phylloxera quercus* un appendice en forme de pomme de pin, qui n'existe pas chez le *Phylloxera vastatrix*. Enfin, d'après M. Boiteau, les ailés du Phylloxera du chêne mettraient au monde des œufs renfermant un embryon déjà bien formé, tandis que les ailés du Phylloxera de la vigne produisent des œufs qui n'offrent encore aucune trace de développement au moment où ils sont pondus. Par cette distinction, M. Boiteau croit avoir réussi à me mettre d'accord avec M. Lichtenstein, en nous donnant raison à tous deux dans notre manière d'envisager les produits des Phylloxeras ailés.

» L'erreur de M. Boiteau provient de ce qu'il a comparé au Phylloxera de la vigne un insecte tout différent.

» Un des caractères zoologiques les plus remarquables des Aphidiens est la constance du nombre des articles des antennes dans les différents genres de cette famille; aussi tous les classificateurs s'en sont-ils servis pour la distribution méthodique de ces animaux. Pour les Phylloxeras en particulier, depuis Bayer de Fonscolombe, le créateur du genre, jusqu'à Von Heyden, Kaltenbach, Koch et Passerini, tous les entomologistes sont d'accord pour leur attribuer trois articles aux antennes et jamais cinq. Il est donc hors de doute que l'insecte pris par M. Boiteau pour le Phylloxera du chêne n'appartenait même pas au genre Phylloxera. D'après sa description, je crois qu'il avait affaire à la forme ailée et vivipare d'un autre puceron, le *Vacuna dryophila,* qui vit souvent, en compagnie du *Phylloxera quercus,* sur les feuilles du chêne. Le *Vacuna dryophila* possède, en effet, des antennes à cinq articles; il met au monde des petits vivants et présente au dernier anneau de l'abdomen l'appendice en forme de pomme de pin dont parle M. Boiteau, et qui n'est autre chose que le prolongement écailleux ou caudicule placé à la partie postérieure du corps chez la plupart des Pucerons, mais dont il n'existe aucune trace chez les Phylloxeras.

» Je m'explique d'ailleurs la confusion faite par M. Boiteau, entre les deux espèces précitées, par la grande ressemblance que présente chez elles la forme ailée, ressemblance due surtout à la position horizontale des ailes, lesquelles sont, au contraire, inclinées latéralement chez tous les autres Aphidiens.

» Après ce qui vient d'être dit, j'ai à peine besoin d'ajouter que je ne considère nullement comme tranchée par les observations de M. Boiteau la divergence existant entre M. Lichtenstein et moi au sujet des produits des Phylloxeras ailés ; ce sont toujours pour moi de véritables œufs et non des pupes, comme le veut M. Lichtenstein. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelle Communication au sujet des Homoptères anthogénésiques;* par M. J. LICHTENSTEIN.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Un nouvel exemple de production d'une génération *sexuée et privée de rostre* m'est fourni actuellement par un des pucerons les plus connus, le *Pemphiqus spirothecæ* Pass.

» Tous ceux qui ont lu Réaumur savent avec quel soin et avec quelle exactitude il a décrit le puceron qui forme ses galles sur le pétiole des feuilles du peuplier.

» Au troisième volume des Mémoires de notre célèbre observateur et à la *Pl. XXVIII*, il a décrit et figuré la mère fondatrice aptère, dont il explique minutieusement le travail pour arriver à produire une galle.

» Après cela, la génération aptère, puis devenant ailée, a été étudiée, non-seulement par Réaumur, mais par tous ses successeurs; seulement aucun, à ma connaissance, n'a suivi l'insecte ailé plus loin que sa sortie de la galle.

» En décembre, à Cannes, je trouve encore, sur le pétiole des feuilles qui tombent, des galles habitées. J'ai mis en tube les insectes ailés, et, trois ou quatre jours après, ces insectes, que je soupçonnais bien être la forme que j'ai appelée *pupifère*, m'ont effectivement donné des jeunes sexués et privés de rostre.

» Ces insectes sont d'un vert clair, presque transparent au centre, plus foncé sur les côtés. Pliés à leur naissance dans une membrane (pupe) dont ils se débarrassent bientôt, ils offrent des antennes de trois articles, et leurs dimensions sont de $0^{mm},56$ pour les femelles, $0^{mm},40$ pour les mâles.

» On voit très-bien, par la transparence, un œuf unique remplir presque en entier le corps de la femelle; le mâle, plus élancé, offre un pénis saillant recourbé contre l'abdomen, dont il atteint le bord du pénultième segment.

» Dès le troisième jour de leur naissance, une première mue a lieu, et l'insecte apparaît alors avec des antennes de quatre articles courts, épais, quoique allant graduellement en diminuant. Le dernier offre une petite dent mousse à son extrémité extérieure.

» Je n'ai pu voir encore ni l'accouplement ni la ponte de ces insectes; mais, comme le vent disperse au loin les feuilles flétries d'où sortent les

insectes pupifères, il est difficile de penser qu'ils soient destinés à retrouver le même arbre pour y passer leur saison d'hiver. L'idée des migrations à d'autres plantes s'impose toujours à mon esprit. Depuis ma dernière Communication au sujet du puceron du cornouiller, une femelle fécondée a bien fixé un œuf *sur une feuille de graminée*, mais c'est en captivité, et je ne sais pas si en liberté elle aurait agi de même. »

VITICULTURE. — *Progrès de la maladie du Phylloxera dans le sud-ouest de la France.* Note de M. **Duclaux**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« C'est dans la commune de Floirac, aux environs de Bordeaux, que l'on a vu pour la première fois, en 1865 et 1866, des vignes succomber en présentant l'ensemble de caractères extérieurs rattachés depuis à la présence du Phylloxera. Mais l'insecte n'y a été constaté qu'en 1869, quelque temps après sa découverte par M. Planchon. Pendant les années suivantes, et jusqu'en 1871, la maladie a fait de lents progrès et ne semble pas avoir beaucoup éveillé les inquiétudes des viticulteurs.

» Mais, en 1872, elle sortait de la région des Palus et apparaissait largement répandue sur le côteau qui domine Floirac. Des avant-gardes avaient été emportées par le vent d'ouest, dominant dans le Bordelais, jusque dans les cantons de Branne et de Pujols, et commençaient à y manifester leur présence.

» Les ravages s'accentuent en 1873, et sur les cartes de l'invasion, si consciencieusement dressées par M. le Dr Azam, on peut constater l'existence d'une vaste traînée phylloxérique, large de 10 kilomètres environ, et courant de l'est à l'ouest sur une longueur de 12 à 15 lieues. Elle couvre le nord de la région dite d'*entre deux mers*, comprise entre la Garonne et la Dordogne, et au delà de cette dernière rivière elle s'étend dans les cantons de Saint-Émilion et de Castillon jusqu'aux environs de Sainte-Foy.

» Cette même année, M. Lecoq de Boisbaudran découvre l'existence du Phylloxera aux environs de Cognac, où la maladie était probablement assez ancienne; car, l'attention une fois portée sur elle, on la constate sur des points très-éloignés les uns des autres. On peut citer les cantons de Cognac, de Segonzac, de Jarnac dans la Charente, les communes de Montils, de Colombier, de Lajard, dans la Charente-Inférieure.

» En 1874, toutes ces taches deviennent confluentes, et l'on en voit apparaître de nouvelles à Aunay, Aigre et Saint-Pierre de Juilliers. Une autre,

destinée plus tard à servir de trait d'union avec l'invasion girondine, se montre à Aubeterre, arrondissement de Barbezieux. La Dordogne, qui ne présentait, en 1873, que deux points d'attaque, dans les cantons, très-éloignés l'un de l'autre, de Villefranche-de-Longchapt, et de Savignac-les-Églises, voit grandir beaucoup le premier, voisin de l'invasion du Libournais, et en présente deux nouveaux à Sigoules et à Saint-Alvaire.

» La traînée phylloxérique de la Gironde augmente peu de largeur, mais elle s'allonge jusqu'aux confins de l'arrondissement de Bergerac, dans la vallée de la Dordogne et, dans celle de la Garonne, elle a envoyé des colonies à Langon, à la Réole et jusqu'à Marmande dans le Lot-et-Garonne. Elle a poussé une pointe sur la rive droite de la Gironde, du côté de Blaye, et se montre, pour la première fois, largement répandue, de l'autre côté du fleuve.

» En 1875, les avant-gardes de la vallée de la Garonne sont reliées au gros de l'invasion. La vallée de la Dordogne est atteinte jusqu'à Bergerac, celle de l'Isle est effleurée à Montpont. La tache charentaise a gagné vers l'est les bords de la Charente, laisse en dehors Angoulême, mais retrouve la rivière à Châteauneuf et en descend à peu près parallèlement les deux rives jusqu'en face de Saint-Savinien.

» En 1876, elle gagne peu de terrain au delà de ce point, par suite de la rareté des vignes, mais elle termine, par la prise du canton de Saint-Porchaire, l'envahissement de l'arrondissement de Saintes, et apparaît dans les trois arrondissements indemnes jusque-là, à savoir dans celui de Marennes, à Royan et Marennes, dans celui de Rochefort, à Aigrefeuille et Surgères, dans celui de la Rochelle, à Benon, canton de Courson. Plus au nord, le département des Deux-Sèvres, atteint l'année précédente à Loubillé, canton de Niort, voit grandir cette colonie nouvelle. Vers l'est, l'invasion gagne Angoulême, et augmente dans les vallées de la Dronne et de la Nizonne. Dans la Gironde, le Médoc, attaqué en 1875 dans les environs de Cantenac, Macau et Ludon, présente deux taches nouvelles vers son extrémité septentrionale, dans les communes de Saint-Izants et d'Ordonnac. La vallée de la Dordogne est atteinte jusqu'au confluent de la Vezère, et une avant-garde apparaît à Carlus, presque sur les limites du Lot. Sur la rivière du Lot, un large point d'attaque se montre à Pujols, Ledat et Sainte-Ligerade. Dans la vallée de la Garonne, la maladie s'avance presque jusqu'à Agen, et envoie en avant deux colonies, l'une à Layrac dans la vallée du Gers, l'autre dans les communes de Dunes et de Mansouville : c'est par là que commence l'invasion du Tarn-et-Garonne.

» Enfin, en 1877, la situation peut être résumée de la façon suivante :

» Vers l'ouest, dans les Charentes, la maladie n'ayant devant elle qu'une région pauvre en vignes, et contrariée par les vents régnants, progresse lentement, et, sauf le point d'attaque de Marennes, se maintient à 15 ou 20 kilomètres de la côte. Les îles de Ré et d'Oléron sont encore indemnes. La vallée de la Sèvre est effleurée à Niort, celle de la Boutonne complétement envahie, celle de la Charente atteinte jusqu'à Ruffec. De l'autre côté du plateau du Limousin et dans le bassin de la Gironde, la tache existant depuis 1874 dans la vallée de la Drôme et de la Nizonne a rejoint vers l'ouest le gros de l'invasion, et s'est étendue vers l'est jusqu'à Mareuil et Ribérac. A partir de ce point, une large bande de terrain, encore indemne, bien qu'entourée sur trois côtés par l'ennemi, s'étend vers l'ouest jusqu'à 10 ou 15 kilomètres de la Gironde. Cette immunité s'explique par la rareté des vignes dans cette région, et le ralentissement qui en résulte dans la marche de la maladie. Quelques communes en sont encore exemptes, par exemple celles de Coutras, Pieu, les Pontures, dans le canton de Coutras, celles de Payas, de Saint-Ciers d'Abzac, la Gorce, la Pouyade, Maransin, Tizac de Galgon, dans le canton de Guîtres. Sur les limites de la Charente, le canton de Montguyon est aussi très-peu atteint.

» La jonction de la tache de la Charente avec la tache girondine se fait par Blaye, et, à partir de ce point, la limite de l'invasion court de l'est à l'ouest, embrassant, dans le périmètre atteint, une grande longueur de la vallée de l'Isle, depuis le Pizon jusqu'à Mussidan, et laissant en dehors deux grosses avant-gardes, entre lesquelles est assis Périgueux, et une autre plus éloignée vers le nord, à Saint-Pardoux-la-Rivière. Quand cette limite de l'invasion rencontre une vallée, elle s'y enfonce profondément. C'est ainsi que la vallée de la Vezère est atteinte jusque près de Montignac, celle de la Dordogne jusqu'au voisinage de Souillac, celle du Lot jusqu'au delà de Villeneuve, avec une avant-garde à 70 kilomètres plus loin, à Saint-Gery, près des limites de l'Aveyron. La vallée de la Garonne est atteinte jusqu'à Moissac, et une colonie nouvelle, ayant sans doute pour origine une importation de vignes américaines, y apparaît à Toulouse. La vallée du Gers est attaquée jusque près de Lectoure, dans les communes de Saint-Médard, Goulens et Bavard ; celle de la Baïse montre la maladie jusqu'à peu près à moitié distance entre Monesabeau et Condom. A partir de ce point, l'extension du fléau vers l'ouest est empêchée par l'absence des vignes. Le cours de la Gelise sépare à ce niveau la terre forte du sable des dunes, et,

sur toute la rive gauche de la Garonne et de la Gironde, la vigne n'occupe qu'une bande de largeur variable, mais toujours assez faible. Cette bande est atteinte dans toute son épaisseur, sauf dans le Médoc, où la maladie occupe les bords du fleuve, et laisse en dehors un long ruban de vignes indemnes dont le régime des vents régnants explique et peut assurer encore quelque temps la conservation.

» Entre Floirac et Moissac, le point de départ de l'insecte et le point le plus éloigné qu'il ait atteint dans le sud-ouest de la France, il y a 140 kilomètres en droite ligne. Il y en a 280 entre Pujaut, point de départ de la vallée du Rhône, et la limite extrême de l'invasion vers le nord, en 1877. Comme la maladie a commencé à peu près au même moment dans les deux régions, on peut admettre que sa vitesse d'extension, dans le Bordelais, est deux fois moindre que dans la vallée du Rhône; mais cela n'est vrai qu'en gros, et, lorsque les conditions sont favorables, la propagation du fléau et la destruction des vignes dans le Bordelais peuvent être aussi rapides qu'elles l'ont été dans Vaucluse. »

VITICULTURE. — *Sur les résultats obtenus par l'emploi du sulfure de carbone pour la destruction du Phylloxera.* Extrait d'une Lettre de M. **A.-F. Marion** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai l'honneur de vous adresser une Note de mes collaborateurs, MM. Cotta et Gastine, sur les expériences faites pour déterminer la diffusion du sulfure de carbone introduit dans le sol comme insecticide. Cette Note complète heureusement la première Communication de M. Gastine sur la diffusion du sulfure de carbone dans le sol.

» Nous avons pensé qu'il était indispensable de réunir un grand nombre d'observations capables de nous renseigner sur le coefficient insecticide de sulfure de carbone. Nous avons pu manifester cette action insecticide par des essais directs sur des racines phylloxérées placées dans des tubes en toile métallique, enfouis dans le sol à des distances déterminées correspondant aux divers modes de plantation des vignes. Les résultats que nous avons obtenus concordent absolument avec les études sur la diffusion des vapeurs sulfocarboniques, et ils sont eux-mêmes confirmés par les travaux en grande culture effectués chez les viticulteurs. Nous avons été conduits à recommander des traitements réitérés à faibles doses. Nous pouvons croire

que l'exposé de nos recherches de l'année justifiera suffisamment cette méthode, que nous nous efforçons de propager par les nouvelles instructions publiées par la Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

» Ces faits vous sont sans doute déjà connus. Ils démontrent que vous étiez bien inspiré en persistant dans l'emploi des insecticides. Dans notre région, pourtant, où des applications de sulfure de carbone ont été faites, on a pu reconnaître, dès le mois d'août, une amélioration sur laquelle nous ne comptions pas cette année. Les souches traitées se maintenaient vertes alors que les pampres des vignes livrées à elles-mêmes se dépouillaient. Ce phénomène était sensible à divers degrés sur les plants qui avaient reçu une, deux ou trois injections de sulfure de carbone, même alors qu'un traitement incomplet n'avait contenu que pendant deux mois (juin-juillet) la multiplication des colonies souterraines. Nous avons vu, enfin, que la vigne résiste fort bien à des opérations de cette nature.

» Il y a donc lieu de se montrer satisfait de la campagne qui vient de s'achever. J'ai hâté de pouvoir prouver, par un rapport général, que cette confiance est fondée sur des observations rigoureuses. »

M. le général **Morin**, en présentant à l'Académie une Note de M. *E. Bertin*, sur la ventilation du bâtiment de transport *l'Annamite*, s'exprime comme il suit :

« L'Académie n'a pas oublié que, en 1874, sur le Rapport d'une Commission composée de MM. l'amiral Pâris, général Morin, Phillips, Tresca et Dupuy de Lôme rapporteur, elle a accordé le prix de la fondation Plumey à M. Bertin, ingénieur des constructions navales, pour ses études et ses expériences sur la ventilation du bâtiment de transport-écurie *le Calvados*.

» Le succès de ces essais d'amélioration des bâtiments de la flotte, destinés au transport d'un personnel nombreux, obtenu par le seul emploi des effets d'appel que déterminent, soit la chaleur perdue des cheminées des machines à vapeur, soit celle des foyers auxiliaires que l'on peut allumer en rade ou en marche à la voile, a déterminé le Ministère de la Marine à faire appliquer des dispositions analogues à quatre grands bâtiments à vapeur destinés au service de la Cochinchine, l'*Annamite*, le *Mytho*, le *Shamrock*, et le *Tonkin*.

» L'objet de la Note que présente aujourd'hui M. Bertin est de faire connaître les résultats des expériences faites à Cherbourg et dans la traversée entre ce port et celui de Toulon, en septembre dernier. Le dessin

qui accompagne cette Note est destiné à faire comprendre l'ensemble et les détails des dispositions prises pour assurer à l'équipage, et surtout aux malades réunis dans un hôpital spécial installé au centre du navire, un abondant renouvellement d'air.

» L'observation a montré qu'après trois heures de marche seulement, le volume d'air évacué, sous la seule action de la chaleur communiquée par les cheminées, s'élevait à plus de 29000 mètres cubes par heure, et pourrait en marche continue atteindre 30000 à 40000 mètres cubes. D'après les proportions adoptées, ce mouvement d'air pour la salle consacrée à l'hôpital en assurerait le renouvellement environ huit fois par heure, ce qui compenserait largement, on doit l'espérer, l'exiguïté du local et les inconvénients de la présence des malades.

Ces résultats et l'examen du dessin suffisent pour montrer toute l'utilité et les avantages des dispositions adoptées par M. Bertin.

» Il n'est pas hors de propos, sans doute, d'appeler l'attention sur le parti que l'on pourrait tirer de dispositions analogues, appliquées à de grands bâtiments, pour le transport économique des chevaux que l'on commence à faire venir des riches pâturages de la pampa de la République argentine et pour celui du bétail vivant que l'Amérique cherche à fournir à l'Europe. »

(Cette Note est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Morin, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme).

CORRESPONDANCE.

M. L. Cailletet, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel communique à l'Académie une Lettre par laquelle les membres de la famille Ruhmkorff l'informent de la perte douloureuse qu'ils viennent de faire, dans la personne de M. *Ruhmkorff*.

M. Dumas se fait l'interprète des sentiments de regrets que cette perte inspirera aux physiciens et à tous ceux qui s'intéressent aux progrès des Sciences. Le puissant appareil d'induction construit par M. Ruhmkorff est maintenant employé dans le monde entier : il a permis d'obtenir, dans les applications de l'électricité, des résultats qu'aucun appareil connu auparavant n'aurait permis de réaliser. Pour les services qu'il a rendus à la

Science, M. Ruhmkorff a obtenu le grand prix de 50 000 francs, destiné à récompenser l'auteur des plus remarquables applications de la pile de Volta. Mais ce qui lui donne des droits particuliers au souvenir et à la reconnaissance des hommes de science, c'est la parfaite libéralité avec laquelle il n'a jamais cessé de mettre à leur disposition, pour les recherches originales, les conseils de sa longue expérience et les ressources exceptionnelles réunies dans ses ateliers.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La treizième année du « Journal du Ciel », par M. *Vinot;*

2° Un volume de M. *Maurice Girard*, portant pour titre : « Les Abeilles, organes et fonctions, éducation et produits » ;

3° Un « Précis d'histologie humaine et d'histogénie », par MM. *G. Pouchet* et *F. Tourneux*. (Présenté par M. Ch. Robin.)

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse le Rapport de l'Académie de Médecine sur les vaccinations pratiquées en France pendant l'année 1875.

LIQUÉFACTION DE L'OXYGÈNE.

M. **Dumas**, avant de faire connaître à l'Académie les résultats importants que viennent d'obtenir, à peu près simultanément, M. *L. Cailletet* et M. *Raoul Pictet*, au sujet de la liquéfaction de l'oxygène, donne lecture du passage suivant, extrait des « Œuvres de Lavoisier ([1]) ». Ce passage montre comment l'immortel créateur de la Chimie moderne avait pressenti les faits qui devaient être réalisés plus tard par Faraday et par ses successeurs.

« ...... Considérons un moment ce qui arriverait aux différentes substances qui composent le globe, si la température en était brusquement changée. Supposons, par exemple, que la Terre se trouvât transportée tout à coup dans une région beaucoup plus chaude du système solaire, dans une région, par exemple, où la chaleur habituelle serait fort supérieure à celle de l'eau bouillante : bientôt l'eau, tous les liquides susceptibles de se vaporiser à des degrés voisins de l'eau bouillante, et plusieurs substances métalliques même, entreraient en expansion et se transformeraient en fluides aériformes, qui deviendraient parties de l'atmosphère.

([1]) *Recueil des Mémoires de Chimie de Lavoisier* (*Œuvres de Lavoisier*, publiées par le Ministère de l'Instruction publique, t. II, p. 804 et suiv.).

» Par un effet contraire, si la Terre se trouvait tout à coup placée dans des régions très-froides, par exemple de Jupiter et de Saturne, l'eau qui forme aujourd'hui nos fleuves et nos mers, et probablement le plus grand nombre des liquides que nous connaissons, se transformeraient en montagnes solides......

» L'air dans cette supposition, ou du moins une partie des substances aériformes qui le composent, cesserait sans doute d'exister dans l'état de fluide invisible, faute d'un degré de chaleur suffisant : il reviendrait donc à l'état de liquidité, et ce changement produirait de nouveaux liquides dont nous n'avons aucune idée. »

CHIMIE. — *De la condensation de l'oxygène et de l'oxyde de carbone.* Note de M. L. CAILLETET [1].

« Si l'on enferme de l'oxygène ou de l'oxyde de carbone pur dans un tube, de la forme que j'ai décrite, et placé dans l'appareil de compression qui a fonctionné devant l'Académie [2]; si l'on amène ce gaz à la température de — 29 degrés au moyen de l'acide sulfureux et à la pression de 300 atmosphères environ [3], ces deux gaz conservent leur état gazeux. Mais si on les détend subitement, ce qui doit produire, d'après la formule de Poisson, une température d'au moins 200 degrés au-dessous du point de départ, on voit apparaître immédiatement un brouillard intense, produit par la liquéfaction et peut-être par la solidification de l'oxygène ou de l'oxyde de carbone.

» Ce même phénomène s'observe lors de la détente de l'acide carbonique, du protoxyde et du bioxyde d'azote fortement comprimés.

» Ce brouillard se produit pour l'oxygène, même lorsque ce gaz est à la température ordinaire, pourvu qu'on lui laisse le temps de perdre la chaleur qu'il acquiert par le fait seul de la compression. C'est ce qui a été démontré par des expériences faites, le dimanche 16 décembre, au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure, devant un certain nombre de

---

(1) M. Cailletet étant Correspondant de l'Académie, cette Note eût dû être insérée plus haut, avec les Communications des Membres. Elle a été placée ici afin de ne point séparer les unes des autres les diverses Notes relatives à l'importante question dont il s'agit.

(2) Voir *Comptes rendus*, p. 1016 de ce volume, ma Note *Sur la liquéfaction du bioxyde d'azote* et, p. 851, la description de mes appareils.

(3) Les manomètres ordinaires ne donnent qu'une idée très-vague de ces pressions. Les chiffres que fournissent les miens seront contrôlés bientôt au moyen d'un manomètre à air libre, que j'ai déjà décrit et qui va être disposé pour ces vérifications dans un puits de mine.

savants et de professeurs parmi lesquels se trouvaient quelques membres de l'Académie des Sciences.

» J'avais espéré trouver à Paris, avec les matériaux nécessaires à la production d'un grand froid (protoxyde d'azote ou acide carbonique liquide), une pompe capable de suppléer les appareils de compression que j'ai établis à Châtillon-sur-Seine. Malheureusement une pompe bien installée et appropriée à ces sortes d'expériences m'a manqué à Paris, et je suis obligé de faire venir à Châtillon-sur-Seine les réfrigérants nécessaires pour recueillir sur les parois du tube la matière condensée.

» Pour savoir si l'oxygène et l'oxyde de carbone sont à l'état liquide ou à l'état solide dans le brouillard observé, il suffirait d'une expérience d'optique, plus facile à imaginer qu'à réaliser, à cause de la forme et de l'épaisseur des tubes qui les contiennent. Quelques réactions chimiques permettront, en outre, de s'assurer que l'oxygène ne se transforme pas en ozone dans l'acte de la compression. Je me réserve d'étudier toutes ces questions avec des appareils que je fais construire en ce moment.

» Dans les mêmes conditions de température et de pression, la détente même la plus rapide de l'hydrogène pur ne donne aucune trace de matière nébuleuse. Il ne me reste donc plus à étudier à ce point de vue que l'azote, que son peu de solubilité dans l'eau permet de considérer comme devant être très-réfractaire à tout changement d'état.

» Je suis fort heureux d'avoir pu réaliser ainsi les prévisions sur l'oxygène exprimées par M. Berthelot avec une bienveillance dont je lui témoigne ici toute ma reconnaissance. »

CHIMIE. — *Expériences de* M. **Raoul Pictet** *sur la liquéfaction de l'oxygène,* communiquées par M. de Loynes.

« Nous avons l'honneur d'adresser à l'Académie une Communication au sujet d'un résultat important que vient d'obtenir M. Raoul Pictet, à Genève.

» Le 22 décembre courant, à 8 heures du soir, nous avons reçu de lui la dépêche suivante :

« Oxygène liquéfié aujourd'hui sous 320 atmosphères et 140 de froid par acide sulfureux et carbonique accouplés.

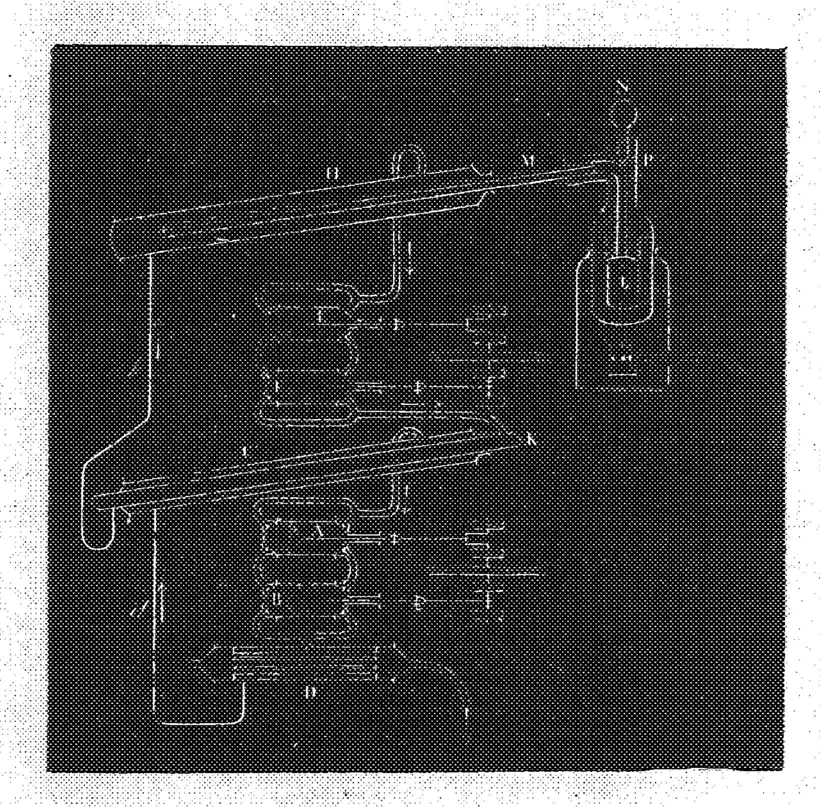
» Signé : Raoul Pictet. »

» Et, depuis, nous avons reçu, en outre, quelques explications que

nous ajoutons, sur le procédé employé par M. Raoul Pictet pour obtenir ledit résultat, qu'il cherchait depuis longtemps.

» Il procède ainsi :

» A et B sont deux pompes aspirantes et foulantes à double effet, accouplées à la manière dite *Compound*, l'une aspirant dans l'autre de manière à obtenir le plus grand écart possible entre les pressions d'aspiration



et de refoulement. Ces pompes agissent sur de l'acide sulfureux anhydre contenu dans le récipient annulaire C.

» La pression dans ce récipient est telle que l'acide sulfureux s'y évapore à la température de 65 degrés au-dessous de zéro.

» L'acide sulfureux refoulé par les pompes est dirigé dans un condenseur D refroidi par un courant d'eau froide; il s'y liquéfie à la température de 25 degrés au-dessus de zéro et à la pression de 2 $\frac{3}{4}$ atmosphères environ.

» L'acide sulfureux retourne au récipient C par un petit tuyau *d*, au fur et à mesure de la liquéfaction.

» E et F sont deux pompes identiques aux deux précédentes, accou-

plées de la même manière. Elles agissent sur de l'acide carbonique contenu dans un récipient annulaire H.

» La pression dans ce récipient est telle que l'acide carbonique s'y évapore à la température de 140 degrés au-dessous de zéro.

» L'acide carbonique, refoulé par les pompes, est dirigé au condenseur K enveloppé par le récipient C à acide sulfureux, et qui est à la température de 65 degrés au-dessous de zéro : il s'y liquéfie à la pression de 5 atmosphères.

» L'acide carbonique retourne au récipient H par un petit tuyau K, au fur et à mesure de sa liquéfaction.

» L est une cornue en fer forgé, assez épaisse pour résister à une pression de 500 atmosphères. Elle contient du chlorate de potasse et est chauffée de manière à dégager de l'oxygène pur; elle communique par une tubulure avec un tube incliné M en verre très-épais, de 1 mètre de long, qui est enveloppé par le récipient H à acide carbonique et qui est à la température de 140 degrés au-dessous de zéro.

» Un bouchon à vis N, situé sur la tubulure de la cornue, permet de découvrir un orifice P qui débouche à l'air libre.

» Après un fonctionnement de plusieurs heures des quatre pompes, actionnées par une machine à vapeur de 15 chevaux, quand tout l'oxygène a été dégagé du chlorate de potasse, sa pression dans le tube de verre est de 320 atmosphères et la température de 140 degrés au-dessous de zéro.

» En découvrant subitement l'orifice P, l'oxygène s'échappe avec violence en produisant une détente et une absorption de calories assez considérable pour qu'une partie liquéfiée apparaisse dans le tube de verre et jaillisse par l'orifice en inclinant l'appareil.

» On doit ajouter que la quantité d'oxygène liquéfié, contenue dans le tube de 1 mètre de longueur et de $0^{m},01$ de diamètre intérieur, en occupait un peu plus du tiers de la longueur et sortait sous forme de jet liquide par l'orifice P.

» Nous avons pensé que l'importance du résultat de ces expériences pourrait avoir de l'intérêt pour l'Académie des Sciences, et c'est ce qui nous a engagés à lui adresser immédiatement cette Communication. »

M. Dumas, après avoir analysé les deux Communications qui précèdent, donne lecture à l'Académie de la Lettre suivante, qui avait été adressée le 2 décembre à M. H. Sainte-Claire Deville par M. *L. Cailletet*, et que

M. Deville avait cru devoir déposer le lendemain même, comme pli cacheté, entre les mains de M. le Secrétaire perpétuel qui vient de l'ouvrir :

« Je tiens à vous dire, à vous le premier et sans perdre un instant, que je viens de liquéfier aujourd'hui même l'oxyde de carbone et l'oxygène.

» J'ai peut-être tort de dire liquéfier, car à la température obtenue par l'évaporation de l'acide sulfureux, soit — 29° et 300 atmosphères, je ne vois pas le liquide, mais un *brouillard* tellement épais que je peux conclure à la présence d'une vapeur très-voisine de son point de liquéfaction.

» J'écris aujourd'hui à M. Deleuil pour lui demander du protoxyde d'azote, à l'aide duquel je pourrai sans doute voir couler l'oxyde de carbone et l'oxygène.

» *P. S.* Je viens de faire à l'instant une expérience qui me met bien de la tranquillité dans l'esprit. J'ai comprimé, à 300 atmosphères, de l'hydrogène, et, après refroidissement à — 28°, je l'ai détendu brusquement; il n'y a pas trace de brouillard dans le tube. Mes gaz (CO et O) sont donc près de se liquéfier, ce brouillard ne se produisant qu'avec les vapeurs voisines de la liquéfaction. Les prévisions de M. Berthelot se réalisent donc complétement.

» 2 décembre 1877. Louis Cailletet. »

M. H. Sainte-Claire Deville ajoute à ces Communications les explications suivantes :

« M. Cailletet a répété ses expériences sur la Condensation de l'oxygène dans le laboratoire de l'École Normale, le dimanche 16 décembre; elles ont parfaitement réussi, conformément à ce qui est dit dans la Note qui précède. Si cette Note n'a pas été publiée plus tôt, c'est que M. Cailletet était candidat pour la place de Correspondant, que l'Académie lui a donnée dans la séance du 17 décembre, qu'il ne voulait pas faire valoir dans la discussion de ses titres le 10 décembre un travail dont les résultats n'avaient pas été confirmés par une expérience faite devant des juges compétents. Enfin, le 17 décembre, jour de son élection, il ne lui semblait pas convenable de publier un fait d'une grande importance, il est vrai, mais dont la discussion n'avait pu avoir lieu dans le Comité secret du 10 décembre; heureusement, j'avais eu la précaution, le 3 décembre, de faire cacheter et signer par M. le Secrétaire perpétuel la Lettre qui contenait en même temps l'annonce de sa découverte et l'expression confidentielle du sentiment honorable qui le préoccupait à cette époque.

» La priorité lui appartient donc d'une manière incontestable.

» Mais je dois ajouter que le travail remarquable de M. Raoul Pictet n'en reçoit aucune atteinte. Le mode opératoire est absolument différent du procédé employé par M. Cailletet.

» Le procédé de refroidissement fondé sur la détente d'un gaz ou d'une

vapeur[1], principe qui n'avait pas encore été appliqué, et l'appareil si simple de M. Cailletet permettent de faire, de la résistance à la condensation des divers gaz réputés incoercibles, une expérience de cours très-instructive et très-précieuse pour les recherches futures du même ordre.

» Il y a une dizaine d'années que M. Cailletet, à ma connaissance, prépare les éléments de ses découvertes. Désireux d'obtenir, en toutes circonstances, des résultats précis et rigoureusement mesurés, il prépare depuis longtemps les manomètres à air libre dont il a donné la description dans nos *Comptes rendus*, il étudie avec soin les appareils thermométriques de M. Regnault et de M. Berthelot. C'est donc avec une répugnance très-motivée qu'il parle aujourd'hui de pressions déterminées par les manomètres métalliques et de températures données par les thermomètres à alcool.

» Sans ces préoccupations, relatives à l'exactitude avec laquelle il désirait exprimer les résultats de ses expériences, il serait arrivé depuis longtemps à constater les faits si importants qu'il a publiés sur les gaz, en particulier sur le bioxyde d'azote, l'oxyde de carbone et l'oxygène. »

M. **Jamin** constate que la possibilité de liquéfier ou de solidifier l'oxygène est maintenant démontrée; les deux expériences se valent : celle de M. Pictet ajoute peu à celle de M. Cailletet, car si le premier annonce avoir vu l'oxygène se précipiter à l'état liquide, tout semble indiquer qu'il n'en a eu qu'une vue très-fugitive, et, d'autre part, le brouillard constaté par M. Cailletet au moment de la détente montre que l'oxygène a cessé d'être transparent, c'est-à-dire gazeux, et qu'il est devenu solide ou liquide. Avoir vu le liquide ou le brouillard, sans recueillir l'un ou l'autre, c'est tout un. L'expérience définitive est encore à faire : elle consistera à maintenir l'oxygène liquide à la température de son ébullition, comme on le fait pour le protoxyde d'azote, ou à l'état solide, comme l'acide carbonique, se conservant à cet état à cause de l'énorme chaleur latente que la gazéification exige. Tout fait espérer que les deux expérimentateurs habiles vont se rencontrer, chacun de leur côté, dans ce résultat définitif.

M. **Dumas**, après ce qui vient d'être dit, regarde comme absolument acquise l'indépendance des recherches de MM. Cailletet et Pictet; poursuivant le même objet, créant des méthodes et des appareils qui ne s'improvisent pas, chacun de son côté est arrivé au même résultat, sans avoir

---

[1] Et non l'ébullition d'un liquide, comme pour l'acide cyanhydrique, l'acide carbonique et le protoxyde d'azote solides, etc.

connaissance des travaux de son émule, ce qui est fréquent dans l'histoire des Sciences.

M. **Regnault** informe l'Académie qu'il a assisté, il y a cinq ans, aux premières tentatives faites à Genève, par M. *R. Pictet* et par M. *de la Rive*, pour obtenir la liquéfaction des gaz. Il avait été frappé de la remarquable disposition des appareils.

« M. **Berthelot**, sans méconnaître l'originalité de l'expérience de M. Pictet, fait observer que les expériences de M. Cailletet sur la liquéfaction de l'oxygène sont la suite nécessaire et prévue des recherches de ce savant sur la liquéfaction du bioxyde d'azote, publiée dans les *Comptes rendus de l'Académie* (séance du 26 novembre, p. 1016), et suite elle-même de la liquéfaction de l'acétylène (séance du 5 novembre p. 851)

» Son expérience sur la liquéfaction de l'oxygène pendant la détente a été faite le 16 décembre au laboratoire de l'École Normale, devant plusieurs savants et Membres de l'Institut, dans des conditions de publicité incontestable, et à une date qui précède d'une semaine la séance d'aujourd'hui.

» On ne saurait se refuser à voir l'enchaînement méthodique de cet ensemble de publications, qui se sont succédé depuis deux mois, et qui ont attiré de nouveau l'attention des savants sur un problème demeuré en suspens depuis tant d'années, par suite de difficultés en apparence infranchissables.

» Après avoir montré le premier, et d'une façon inattendue, combien la solution de ce problème devenait probable aux mains des physiciens munis de moyens suffisants d'expérimentation, M. Cailletet a su le résoudre effectivement pour la plupart des gaz qui étaient restés jusque-là incoercibles : le bioxyde d'azote, le formène, l'oxyde de carbone, l'oxygène. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Nouvelles observations sur le rôle de la pression dans les phénomènes chimiques;* par M. **Berthelot**.

Qu'il me soit permis d'appeler l'attention de l'Académie sur l'une des circonstances de la remarquable expérience de M. Pictet. Peut-être ne sera-t-il pas sans intérêt d'observer que la décomposition du chlorate de potasse en oxygène et chlorure de potassium, *réaction exothermique et non limitée par son inverse*, n'est pas arrêtée par une pression de 320 atmosphères. Il est probable que la vitesse de la réaction est changée,

et peut-être aussi la température à laquelle elle s'accomplit; mais la réaction elle-même ne cesse pas d'avoir lieu. C'est une nouvelle preuve à l'appui des opinions énoncées par l'auteur de la présente Note sur une question si importante pour la Mécanique chimique, opinions contestées tout d'abord, mais que les observations nouvelles viennent appuyer de plus en plus (¹).

A l'issue de la séance, M. Dumas a reçu de MM. *Giraldon* et *Ribourd* copie du télégramme suivant :

« Genève, 24 décembre, 4h 15m du soir.

» Seconde expérience parfaitement réussie. Nombreux assistants. Aujourd'hui mêmes résultats que samedi. Communiquer à M. Dumas. Pictet. »

Mercredi 26, une Lettre contenant des explications plus complètes étant parvenue à M. Dumas, il a paru nécessaire de la réunir aux documents qui précèdent, pour en faciliter l'intelligence.

« J'ai reçu hier de Paris un télégramme m'annonçant le bienveillant intérêt que vous avez pris à la nouvelle que l'on vous a portée de la liquéfaction de l'oxygène, qui a été opérée samedi dernier dans mon laboratoire.

» Je désire, en particulier, vous témoigner ma reconnaissance pour avoir bien voulu communiquer ce résultat dès hier à l'Académie des Sciences, avant d'avoir reçu les détails complémentaires que je m'empresse de vous fournir.

» Le but auquel je tends depuis plus de trois années est de chercher à démontrer expérimentalement que la *cohésion* moléculaire est une propriété générale des corps sans aucune exception.

» Si les gaz permanents ne peuvent pas se liquéfier, il faudrait en conclure que leurs particules constituantes ne s'attirent pas et échappent ainsi à cette loi.

» Or, pour arriver expérimentalement à rapprocher le plus possible les molécules d'un gaz et à obtenir ainsi sa liquéfaction, il faut certaines conditions indispensables que je résume ainsi :

» 1° Avoir du gaz absolument pur, sans trace de gaz étranger;

» 2° Pouvoir disposer de pressions extrêmement énergiques;

» 3° Obtenir un froid intense et la soustraction de chaleur à ces basses températures;

» 4° Disposer d'une grande surface de condensation maintenue à ces basses températures;

» 5° Pouvoir utiliser la détente des gaz de la pression considérable à la pression atmosphérique, détente qui, s'ajoutant aux moyens précédents, *oblige* la liquéfaction.

» Avec ces cinq conditions remplies, on peut formuler le dilemme suivant :

» Lorsqu'un gaz est comprimé à 500 ou 600 atmosphères, qu'il est maintenu à une

---

(¹) Voir *Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. II, p. 349, 1860; *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVI, p. 41 et 59; t. LXVIII, p. 239; et surtout 4e série, t. XVIII, p. 95; 5e série, t. XII, p. 310, etc.

température de — 100 degrés ou — 140 degrés, et qu'on le laisse détendre à la pression atmosphérique, de deux choses l'une : ou bien le gaz obéissant à l'action de la cohésion se liquéfie et cède sa chaleur de condensation à la portion du gaz qui se détend et se perd sous forme gazeuse; ou bien, dans l'hypothèse où la cohésion ne serait pas une loi générale, le gaz devrait passer par le zéro absolu, c'est-à-dire être inerte, en poussière, sans consistance.

» Le travail de la détente serait impossible et la perte de chaleur absolue.

» Pénétré de cette réalité que les équations thermodynamiques s'appuient sur des chiffres très-certains, j'ai cherché à réaliser un dispositif mécanique satisfaisant entièrement à ces diverses conditions, et j'ai choisi l'appareil complexe dont voici une description sommaire :

» J'ai pris deux pompes aspirantes et foulantes, telles que je les utilise industriellement dans mes appareils à glace; j'ai accouplé ces deux pompes de telle sorte que l'aspiration de l'une corresponde à la compression de l'autre; l'aspiration de la première communique avec un tube long de $1^{m},10$, ayant $12^{c},5$ de diamètre et rempli d'acide sulfureux liquide. Sous l'influence d'un vide parfait la température de ce liquide s'abaisse rapidement jusqu'à — 65 degrés, et même — 73 degrés, limite extrême obtenue. Dans ce tube d'acide sulfureux passe un second tube de diamètre inférieur, ayant 6 centimètres extérieurs et la même longueur que son enveloppe. Ces deux tubes sont réunis par les fonds communs. Dans le tube central j'ai comprimé de l'acide carbonique fabriqué par la décomposition du marbre de Carare et de l'acide chlorhydrique. Ce gaz était desséché, puis recueilli sous un gazomètre à huile de 1 mètre cube de capacité. Sous une pression variant de 4 à 6 atmosphères, l'acide carbonique se liquéfie facilement dans ces conditions; le liquide produit est amené de lui-même dans un long tube de cuivre, ayant 4 mètres de longueur et 4 centimètres de diamètre.

» Deux pompes, accouplées ensemble comme les premières, aspirent l'acide carbonique, tantôt dans le gazomètre, tantôt dans ce long tube plein d'acide carbonique liquide. On règle l'admission aux pompes par un robinet à trois voies; un robinet de réglage à vis intercepte à volonté l'entrée de l'acide carbonique liquide dans le long tube; il est situé entre le condenseur de l'acide carbonique et ce long tube. Lorsque ce robinet de réglage est fermé et que les deux pompes aspirent les vapeurs de l'acide carbonique liquide contenu dans ce tube de 4 mètres de longueur, il se produit le plus grand abaissement de température qu'on puisse produire; l'acide carbonique se solidifie et descend jusqu'à — 140 degrés environ. La soustraction de chaleur est maintenue par le jeu des pompes dont la cylindrée est de trois litres par coup et qui marchent à 100 tours par minute.

» Soit le tube à acide sulfureux, soit le tube à acide carbonique, sont enveloppés de sciure de bois et d'étoffe pour les mettre à l'abri du rayonnement.

» Dans l'intérieur du tube à acide carbonique passe un quatrième tube, destiné à la compression de l'oxygène; il a 5 mètres de long et 14 millimètres de diamètre extérieur. Son diamètre intérieur est de 4 millimètres. Ce long tube est conséquemment noyé dans l'acide carbonique solide, et toute sa surface est amenée à la plus basse température qu'on puisse obtenir. Ces deux longs tubes sont réunis par les fonds du tube à acide carbonique, par conséquent le petit tube dépasse l'autre d'environ 1 mètre.

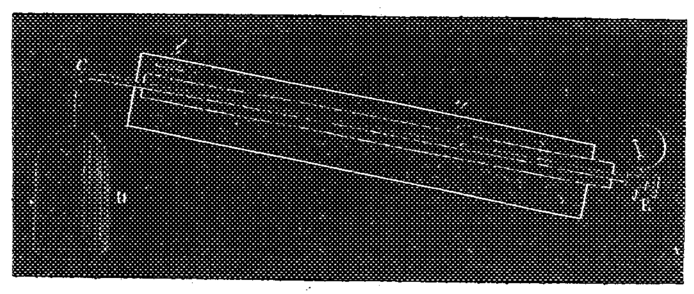
» J'ai recourbé cette portion vers le sol, en donnant aux deux tubes une position légèrement inclinée, mais assez près cependant de l'horizontale, ainsi que le représente le croquis ci-après.

» Le petit tube central se recourbe en *c* et vient se visser au col d'un gros obus en fer

forgé ayant des parois de 35 millimètres d'épaisseur. La hauteur est de 28 centimètres, et le diamètre de 17 centimètres.

» Cet obus contient 700 grammes de chlorate de potasse et 256 grammes de chlorure de potassium mêlés ensemble, fondus, puis pilés et introduits dans cet obus parfaitement secs. Je chauffe cet obus lorsque les deux circulations d'acide sulfureux et d'acide carbonique ont amené l'abaissement de température voulu. La décomposition du chlorate de potasse se fait graduellement au début, puis assez brusquement vers la fin de l'opération. Un manomètre situé à l'extrémité du long tube permet de suivre constamment la pression et la marche de la réaction. Il est gradué jusqu'à 800 atmosphères, et a été fait exprès par Bourdon, de Paris, cet été.

» Quand la réaction est finie, la pression dépasse 500 atmosphères; mais, presque aussitôt, elle baisse un peu et s'arrête à 320 atmosphères. Si, à ce moment, on ouvre le robinet à vis E qui termine le tube, on voit distinctement un jet liquide s'échapper avec une violence extrême. On referme, puis, quelques instants plus tard, un second jet, moins abondant toutefois, s'échappe encore.



a, entrée de l'acide carbonique liquide.
b, sortie des vapeurs correspondant avec l'aspiration des pompes.

» Des charbons légèrement allumés, mis dans ce jet, s'enflamment spontanément avec une violence inouïe. Je n'ai pas encore pu recueillir ce liquide, à cause de la force de projection considérable avec laquelle il s'échappe; mais je tâche de combiner une éprouvette préalablement refroidie, qui pourra peut-être, au moyen de toiles, retenir un peu de ce liquide.

» Hier, c'est-à-dire lundi, j'ai reproduit cette expérience devant une bonne partie des membres de notre Société de Physique, et nous avons eu trois jets successifs bien caractérisés. Je ne saurais encore déterminer la pression minimum nécessaire, car il est évident que j'ai eu une exagération de pression produite par un excès de gaz accumulé dans l'obus et qui n'a pas pu se condenser dans l'étroit espace représenté par le tube intérieur.

» Je compte utiliser une disposition analogue pour essayer la condensation de l'hydrogène et de l'azote, et je m'appuie surtout sur la possibilité de maintenir les basses températures très-facilement, grâce aux quatre grandes pompes industrielles dont je dispose, mues par une machine à vapeur.

» Je crois que c'est essentiellement dans cette direction que l'on doit travailler pour amener les condensations rebelles, car les tensions des vapeurs saturées sont une fonction directe de la température. Je fais exécuter un plan d'ensemble des appareils qui m'ont servi, et je me fais un plaisir et un devoir de vous l'envoyer cette semaine. J'ai appris avec un vif intéret que M. Cailletet était arrivé au même résultat que moi, et cela presque au même moment. J'ignore absolument quels sont ses procédés, mais je pense que nous ne tarderons

pas à entrer en correspondance et que nous échangerons nos idées sur ces problèmes si intéressants.

» Veuillez, je vous prie, Monsieur, excuser la brièveté de cette description, mais je tâcherai de la compléter bientôt en y adjoignant, avec des détails plus précis, des chiffres et des équations qui donnent à ces résultats un caractère plus scientifique. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'emploi des méthodes graphiques dans la prédiction des occultations.* Note de **M. A. Tissot.**

« Je demande à présenter quelques remarques au sujet d'une Communication récente de M. Baills et des réflexions dont M. Lœwy l'a fait suivre ([1]).

» L'idée d'avoir recours à des procédés graphiques dans les prédictions d'éclipses ou d'occultations remonte à plus de deux siècles.

« Flamsteed dit que Wren est le premier qui ait connu, vers 1660, la manière de trouver les phases d'une éclipse, sans calculer les parallaxes. Il ajoute que M. Halley, avant son départ pour Sainte-Hélène en 1666, lui parla de la construction des éclipses, mais en lui cachant la méthode à laquelle Flamsteed n'avait pas alors beaucoup de confiance ([2]). »

» Dans un Mémoire de l'abbé de la Caille, « sur le calcul des projections en général, et en particulier sur le calcul des projections propres aux éclipses de Soleil et aux occultations des étoiles par la Lune », on lit :

« Les astronomes qui substituent à ces calculs ennuyeux des opérations graphiques sur une projection de la sphère ne peuvent disconvenir que, quelque adresse que l'on emploie à faire ces opérations, et de quelque grandeur que soit le rayon de la figure projetée, il n'est guère possible de s'assurer d'une précision d'une demi-minute de temps... Tout l'avantage est donc du côté du calcul ([3]). »

» Cette appréciation, antérieure à la détermination de la parallaxe de la Lune, par de la Caille lui-même et de Lalande, et à tant de progrès réalisés dans la construction des Tables, serait à plus forte raison justifiée aujourd'hui. Néanmoins, les procédés graphiques en question seront toujours d'une grande utilité, soit que l'on veuille obtenir rapidement une première approximation dans la recherche des nombres destinés à être publiés dans les éphémérides, soit qu'il s'agisse d'étudier à l'avance les circonstances des phénomènes pour des lieux autres que ceux auxquels les éphémérides se rapportent.

» La méthode ingénieuse de M. Baills diffère, sur un point seulement,

---

([1]) *Comptes rendus de la séance du* 3 *décembre* 1877.

([2]) De Lalande, *Abrégé d'Astronomie,* livre V.

([3]) *Mémoires de l'Académie,* année 1744.

de celle qu'a exposée Lalande, il y a plus de cent ans : la trajectoire apparente de l'étoile, dans le cas d'une occultation, ou celle du centre du Soleil, dans le cas d'une éclipse de cet astre, est une ellipse que Lalande donne le moyen de construire et de graduer en temps, tandis que le procédé de M. Baills substitue, en réalité, à certains arcs de cette trajectoire, des portions de droites parcourues d'un mouvement uniforme. »

M. **Lœwy**, à la suite de la lecture précédente, ajoute la remarque suivante :

« En dehors des savants cités par M. Tissot, il existe encore un grand nombre d'auteurs qui ont proposé des constructions graphiques différentes, soit pour la prédiction des éclipses solaires ou des occultations d'étoiles, soit pour le calcul de la longitude; toutes ces méthodes successivement imaginées reposent généralement sur le même principe, celui de représenter sur une carte la position relative des astres pour deux époques successives.

» Tous les efforts des inventeurs ont donc uniquement eu pour objet de rendre l'emploi des constructions plus facile que celui des calculs; mais presque toutes ces méthodes n'ont pas atteint le but poursuivi, ne remplissant pas les conditions de rapidité et de simplicité exigées dans la pratique.

» Nous n'avons pas attribué à M. Baills le mérite d'avoir le premier eu l'idée de faire servir une construction graphique à la solution du problème; mais nous avons pensé que le procédé proposé par M. Baills était plus simple et plus pratique que la plupart des procédés connus, et qu'il possédait au point de vue de l'exécution une valeur originale. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les transformations de contact des systèmes de surfaces.* Note de M. G. **Fouret**, présentée par M. Chasles.

« L'ensemble des surfaces définies par un système de deux équations aux dérivées partielles du premier ordre algébriques forment ce que j'ai déjà appelé antérieurement [1] un *système* de surfaces, d'ailleurs algébriques ou transcendantes. Un pareil groupe de surfaces possède trois *caractéristiques*, μ, ν, ρ, qui sont respectivement les nombres de ces surfaces, passant par un point quelconque, touchant un plan quelconque, tangentes à une droite quelconque. Étant donné un système (μ, ν, ρ) de surfaces, on peut lui faire subir une transformation algébrique, de la nature de celles que

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 167.

M. Lie désigne sous le nom de *transformations de contact*, à cause de la propriété dont elles jouissent de conserver, dans les figures auxquelles on les applique, tous les contacts au-dessous d'un certain ordre. En me bornant aux transformations qui conservent les contacts du premier ordre, je me propose de déterminer, dans cette Note, les caractéristiques du système déduit, par une pareille transformation, d'un système (μ, ν, ρ) donné [1]. Par suite des liens qui existent entre les systèmes de surfaces et les équations aux dérivées partielles du premier ordre, le problème de Géométrie que je viens d'énoncer se rattache à la question du changement des variables dans les équations aux dérivées partielles.

» THÉORÈME. — *Si l'on fait subir à un système (μ, ν, ρ) de surfaces une transformation de contact, telle qu'à un point, à un plan et à une droite, d'ailleurs quelconques, de la figure transformée, il corresponde respectivement, dans la figure primitive, une surface d'ordre m, de classe n et de rang r, une surface d'ordre m', de classe n' et de rang r', et une courbe d'ordre p et de classe q* [2], *les caractéristiques μ', ν', ρ' du système transformé sont données par les formules*

$$\mu' = n\mu + m\nu + r\rho,$$
$$\nu' = n'\mu + m'\nu + r'\rho.$$
$$\rho' = q\mu + p\rho.$$

» Pour démontrer la première de ces relations, il suffit de remarquer qu'à chacune des μ' surfaces du système transformé qui passent par un point O arbitrairement choisi il correspond une surface du système (μ, ν, ρ), qui touche la surface (m, n, r), correspondant à O, et réciproquement. Le nombre μ' des surfaces du nouveau système qui passent en O est par suite égal au nombre des surfaces du premier système qui touchent la surface (m, n, r), c'est-à-dire, d'après un théorème connu [3], à $n\mu + m\nu + r\rho$.

» La seconde relation se démontre par un raisonnement identique au précédent. Pour établir la troisième relation, il n'y a qu'à observer que les surfaces du nouveau système, qui touchent une droite D quelconque, correspondent une à une aux surfaces du système primitif, qui touchent la courbe (p, q), dont D est la transformée. Or le nombre des surfaces du

---

(1) J'ai traité la même question pour les systèmes de courbes planes, dans une Note insérée dans le *Bulletin de la Société Philomathique* (année 1876), 6e série, t. XIII, p. 72.

(2) Ordre de la développable dont la courbe considérée est l'arête de rebroussement.

(3) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 170.

système (μ, ν, ρ) tangentes à une courbe (p, q) est, d'après un théorème connu, égal à $q\mu + p\rho$. Donc, etc.

» *Remarque.* — Il se pourra, dans certains cas, qu'à une droite de la figure transformée il corresponde dans la primitive une développable. En désignant par m'' l'ordre de cette développable, et par r'' la classe de ses sections planes, on aura, comme il est aisé de le voir : $\rho' = m''\nu + n''\rho$.

» APPLICATIONS. — Dans ce qui va suivre je désignerai, pour abréger, par (F) la figure primitive et par (F′) la figure transformée.

» 1° *Transformation homographique.* — On trouve ce résultat, évident *a priori* : $\mu' = \mu$, $\nu' = \nu$, $\rho' = \rho$.

» 2° *Transformation par polaires réciproques.* — On obtient immédiatement : $\mu' = \nu$, $\nu' = \mu$, $\rho' = \rho$, résultat également évident *a priori.*

» 3° *Transformation par rayons vecteurs réciproques.* — A un point, à un plan et à une droite de (F′) correspondent respectivement dans (F) un point, une sphère et un cercle. On a, par suite,

$$m = 0, \quad n = 1, \quad r = 0, \quad m' = n' = r' = 2, \quad p = q = 2;$$

d'où l'on conclut

$$\mu' = \mu, \quad \nu' = 2(\mu + \nu + \rho), \quad \rho' = 2(\mu + \rho).$$

» 4° *Transformation podaire directe.* — Dans ce genre de transformation, les surfaces du système transformé sont les lieux des projections d'un point fixe I sur les plans tangents aux surfaces du système primitif. A un point O de (F′) correspond un plan dans (F), à savoir le plan perpendiculaire en O à OI. A une droite D de (F′) correspond dans (F) un cylindre parabolique, enveloppe des plans menés, par les divers points de D, perpendiculairement aux droites joignant ces points à I. A un plan P de (F′) correspond dans (F) un paraboloïde de révolution, enveloppe des plans menés, par les divers points de P, perpendiculairement aux droites qui joignent ces points à I; par suite, on a

$$m = 1, \quad n = r = 0, \quad m' = n' = r' = 2, \quad m'' = 2, \quad n'' = 0, \quad r'' = 2;$$

d'où l'on conclut

$$\mu' = \nu, \quad \nu' = 2(\mu + \nu + \rho), \quad \rho' = 2(\nu + \rho).$$

» 5° *Transformation podaire inverse.* — Dans ce mode de transformation, les surfaces du nouveau système sont les enveloppes des plans menés par les divers points des surfaces du système primitif, perpendiculairement

aux droites qui joignent ces points à un point fixe I. A un point O de (F') correspond, dans (F), la sphère décrite sur OI comme diamètre. A une droite D de (F') correspond, dans (F), une circonférence. A un plan de (F') correspond, dans (F), un point, projection de I sur P; par suite, on a

$$m = n = r = 2, \quad m' = 0, \quad n' = 1, \quad r' = 0, \quad p = q = 2.$$

On en conclut

$$\mu' = 2(\mu + \nu + \rho), \quad \nu' = \mu, \quad \rho' = 2(\mu + \rho).$$

» 6° *Transformation parallèle.* — Nous désignons sous ce nom la transformation bien connue par laquelle on déduit d'une surface donnée une nouvelle surface, en portant sur chaque normale, à partir de son pied, une longueur constante l. A chaque point de (F') correspond dans (F) une sphère de rayon l, ayant pour centre le point considéré. A une droite de (F') correspond un cylindre de révolution autour de cette droite, et d'un rayon égal à l. Enfin à un plan de (F') correspond un système de deux plans parallèles au plan considéré, et à une distance l de part et d'autre de ce dernier. On a, par conséquent,

$$m = n = r = 2, \quad m' = 2, \quad n' = r' = 0, \quad m'' = r'' = 2;$$

d'où

$$\mu' = 2(\mu + \nu + \rho), \quad \nu' = 2\nu, \quad \rho' = 2(\nu + \rho).$$

» *Remarque.* — Le théorème établi dans cette Note permet, dans le cas des systèmes de surfaces algébriques, de trouver les caractéristiques des systèmes élémentaires déduits, à l'aide d'une transformation déterminée, de systèmes élémentaires dont les caractéristiques sont connues. »

OPTIQUE. — *Recherches expérimentales de la polarisation rotatoire magnétique. Rotations magnétiques des rayons lumineux des diverses longueurs d'onde.* Mémoire de M. **Henri Becquerel**, présenté par M. Fizeau. (Extrait par l'auteur.)

« Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie [1], j'ai montré que la rotation du plan de polarisation d'un rayon lumineux, traversant un corps soumis à l'influence magnétique, est liée à l'indice de

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 125, et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, 1877.

réfraction, aux propriétés magnétiques et à la nature chimique de ce corps, ainsi qu'à la longueur d'onde des vibrations lumineuses.

» Toutes les observations avaient été faites au moyen d'un polarimètre à pénombres, dont la grande sensibilité était nécessaire, mais qui n'avait pas permis de mesurer les rotations magnétiques des rayons correspondant aux principales raies obscures du spectre solaire, pour lesquelles les longueurs d'onde sont connues avec une grande exactitude.

» Les caractères remarquables que présentent les rotations magnétiques négatives m'ont conduit à reprendre, par la méthode d'observation de MM. Fizeau et Foucault, la mesure des rotations magnétiques des rayons de diverses longueurs d'onde avec quelques substances, et particulièrement avec le bichlorure de titane qui est incolore et dont les rotations magnétiques sont négatives.

» A cet effet, l'appareil décrit dans le Mémoire cité plus haut a été modifié par l'interposition d'un spectroscope entre l'œil et l'analyseur. On employait la lumière solaire; la fente du spectroscope était placée au foyer d'une petite lentille cylindrique concentrant les rayons solaires après leur passage dans l'analyseur. Les divers rayons, d'abord polarisés dans un même plan, puis dispersés dans différents plans sous l'influence magnétique, traversaient l'analyseur et venaient former un spectre pur où les rayons éteints donnaient une bande obscure. Pour rendre cette bande plus étroite, on ajoutait une rotation auxiliaire au moyen d'une lame de 1 millimètre de quartz interposée entre le polariseur et l'analyseur, et à l'abri de l'influence magnétique. Bien que l'intensité lumineuse fût considérable, l'extinction partielle dans le voisinage de la bande obscure ainsi que l'absorption de la lumière par les diverses substances ont limité les observations présentes à l'intervalle compris entre les raies C et *h* du spectre solaire.

» Le tableau suivant donne les résultats obtenus :

Raies du spectre.	C	D	E	*b*	F	G	*h*
			Rotations magnétiques positives.				
Rapports $\frac{1}{\lambda^2}$.........	0,805	1,000	1,250	»	1,469	1,871	2,064
Eau..............	»	1,000	1,281	»	1,538	1,915	2,408
Acide azotique fumant.	»	1,000	»	»	1,582	»	»
Sulfure de carbone...	0,771	1,000	1,289	»	1,606	2,213	2,500
			Rotations magnétiques négatives.				
Bichlorure de titane..	0,637	1,000	1,590	1,730	2,271	4,328	5,450
Rapport $\frac{1}{\lambda^4}$.........	0,649	1,000	1,563	1,690	2,159	3,501	4,261

» Les observations relatives aux rotations magnétiques positives s'écartent très-peu des déterminations faites par M. Verdet et la comparaison de ces nombres avec l'expression $\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^2}$ (n représentant l'indice de réfraction et λ la longueur d'onde) a déjà été faite dans le Mémoire cité plus haut.

» Les mesures relatives aux rotations négatives du bichlorure de titane présentent au contraire un grand intérêt. Ces rotations croissent beaucoup plus rapidement que les rotations positives, et même notablement plus vite que la fonction $\frac{1}{\lambda^4}$, ainsi que je l'avais déjà reconnu. La dispersion rotatoire de ce corps peut être représentée approximativement par l'expression $\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^4}$, comme le montre le tableau suivant :

ROTATIONS MAGNÉTIQUES DU BICHLORURE DE TITANE.

Raies.	Doubles rotations observées.	Rapports des rotations magnétiques.	Erreur maximum.	Indices de réfraction.	Rapports $\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^4}$
C....	1°.35′	0,637	0,009	1,5948	0,627
D.....	2.30	1,000	0,006	1,6043	1,000
E.....	3.58	1,590	0,016	1,6171	1,614
b......	4.20	1,730	0,018	»	»
F......	5.41	2,271	0,018	1,6293	2,336
G.....	10.50	4,328	0,030	1,6557	4,110
H.....	3.38 (¹)	5,450	0,300	1,6700 (²)	5,240

» Comme on le voit, les rotations obtenues sont trop faibles pour permettre d'avoir les rapports à plus de 0,01 près. Dans le calcul des erreurs maximum, on a supposé que les erreurs ne dépassaient pas 1 minute d'angle pour la moyenne d'un grand nombre de mesures, excepté pour la raie *h*; le peu d'intensité de la lumière au delà de G, lorsqu'il apparaît une bande obscure, n'a pas permis d'avoir la même précision pour la dernière mesure. D'autre part, la connaissance imparfaite des indices de réfraction, à la température précise où s'est faite l'observation magnétique, pourrait justifier en partie les écarts entre l'observation et les nombres donnés par l'expression $\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^4}$.

(¹) Épaisseur différente du liquide et rotation magnétique simple.

(²) Nombre obtenu par extrapolation.

» Quoi qu'il en soit, ces nouvelles expériences montrent quelles différences existent entre les rotations magnétiques positives et négatives. Les rapports des rotations positives des divers rayons lumineux sont représentés approximativement par l'expression $\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^4}$; les rapports des rotations négatives, au contraire, s'écartent peu de ceux qui se déduisent de la formule $\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^4}$. On a vu, en outre, dans mes premières recherches, que les rotations magnétiques positives des divers corps semblent tendre vers une limite qui ne dépendrait que de l'indice de réfraction et de la longueur d'onde, tandis que les rotations négatives accusent une action bien plus marquée du magnétisme développé dans les molécules des corps. Ces différences caractéristiques viennent à l'appui des hypothèses que j'ai déjà émises, et que je compte développer dans un prochain Mémoire. »

OPTIQUE. — *Indices de réfraction ordinaire et extraordinaire du quartz, pour les rayons de différentes longueurs d'onde jusqu'à l'extrême ultra-violet.* Note de M. Ed. Sarasin.

« L'étude des spectres ultra-violets extrêmes ne peut guère se faire qu'avec des appareils d'optique à prismes et lentilles de quartz ; car, comme l'on sait, le quartz est transparent pour toutes les radiations, même les plus réfrangibles, qui aient été observées jusqu'ici, tandis que les différentes espèces de verre absorbent la plus grande partie de ces radiations, et que le spath d'Islande même n'est plus absolument transparent pour les rayons extrêmes. La connaissance des indices de réfraction du quartz, pour ces différentes radiations, est donc un élément essentiel à l'étude des spectres ultra-violets; c'est cette détermination que je viens d'exécuter et dont j'ai l'honneur de soumettre les résultats à l'Académie.

» L'appareil dont je me suis servi est un goniomètre ordinaire, à lunette et collimateur, avec cercle divisé en $\frac{1}{6}$ de degré permettant de lire les 10 secondes au vernier fixé à la lunette, et portant un prisme de quartz mobile sur son limbe. Ce dernier est un prisme d'une très-belle eau, qui m'a été fourni par M. Hofmann, à Paris ; il a été taillé avec une grande précision, son arête parallèle à l'axe de cristallisation du quartz, de manière à permettre l'étude des deux spectres ordinaire et extraordinaire. Son angle réfringent est de 60°0′15″.

» Pour l'observation des raies ultra-violettes, la lunette du goniomètre

était munie du dispositif imaginé par M. Soret sous le nom d'*oculaire fluorescent*. La surface fluorescente était une lame en verre d'urane, sur laquelle étaient gravés deux traits en croix formant réticule.

» La méthode que j'ai émployée est celle que M. Baille a décrite, dans ses belles recherches sur les indices de réfraction.

» J'ai mesuré les indices de réfraction du quartz pour les raies brillantes de la lumière du cadmium, telle qu'on l'obtient en faisant jaillir une forte étincelle d'induction entre deux pointes de cadmium. Le spectre de cette lumière a l'avantage d'avoir été déterminé avec soin par M. Mascart et de présenter des raies réparties assez également sur toute l'étendue du champ visible et ultra-violet. J'ai prolongé l'échelle de raies ainsi obtenues, en observant, au delà de la dernière raie du cadmium 26, trois raies formées d'abord par le zinc, 27, 28, 29, puis plus loin encore les trois raies extrêmes du spectre de l'aluminium, 30, 31, 32, figurées par M. Miller et qui sont les radiations les plus réfrangibles qui aient été constatées jusqu'ici. Pour ces dernières toutefois, l'observation était très-difficile, à cause de leur faible intensité et de l'impossibilité où je me trouvais de les amener exactement au point, avec la lunette dont je disposais; je ne donne donc leur indice que comme une première approximation. J'ai fait, pour toutes les autres raies, une première détermination approximative de l'indice ordinaire du quartz; j'en ai déduit ensuite la distance focale principale de la lentille de quartz du collimateur, pour chacune de ces raies, et j'ai fait la série des mesures définitives en amenant toujours le collimateur à la distance focale principale pour cette raie. Les résultats que j'ai obtenus de la sorte sont consignés dans le tableau qui suit.

» Sauf pour les trois raies extrêmes de l'aluminium, je crois pouvoir admettre que l'incertitude est moindre qu'une unité de la quatrième décimale (1).

» La quatrième colonne du tableau renferme le coefficient par lequel il faut multiplier la distance focale principale qu'une lentille de quartz

---

(1) Comme contrôle de la valeur de mes résultats, je comparerai ceux que j'ai obtenus pour la raie D avec ceux auxquels sont arrivés d'autres observateurs :

Indice du quartz pour la raie D.	Baille.	Rudberg.	Mascart.	Sarasin.
Indice ordinaire.	1,544183	1,54418	1,54423	1,54419
Indice extraordinaire .	1,553277	1,55328	1,55338	1,55335

donnée présente pour la raie D, afin d'en déduire la distance focale principale pour les raies correspondantes.

INDICE DE RÉFRACTION DU QUARTZ.

Désignation de la raie (1).		Rayon ordinaire.	Rayon extraordinaire.	Coefficient de réduction de la distance focale par rapport à celle de D.
Cadmium. .	1....	1,54227	1,55124	»
Sodium....	D....	1,54419	1,55335	»
Cadmium. .	2....	1,54655	1,55573	»
	3....	1,54675	1,55595	»
	4....	1,54825	1,55749	»
	5....	1,55014	1,55943	»
	6....	1,55104	1,56038	»
	7....	1,55318	1,56270	»
	9....	1,56348	1,57319	0,9657
	10....	1,56617	1,57599	0,9612
	11...	1,56744	1,57741	0,9590
	12...	1,57094	1,58097	0,9531
	17...	1,58750	1,59812	0,9262
	18...	1,59624	1,60713	0,9127
	23...	1,61402	1,62561	0,8863
	24...	1,61816	1,62992	0,8803
	25...	1,62502	1,63705	0,8707
	26...	1,63040	1,64268	0,8632
Zinc.	27...	1,63569	1,64813	0,8561
	28...	1,64041	1,65308	0,8498
	29...	1,64566	1,65852	0,8429
Aluminium.	30...	1,65070	1,66410	0,8363
	31...	1,65990	1,67410	0,8245
	32...	1,67500	1,68910	0,8062

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Gravure sur verre par l'électricité.* Note de M. G. PLANTÉ. (Extrait.)

« J'ai décrit précédemment une expérience dans laquelle un tube de verre, traversé par un fil de platine servant d'électrode à un puissant courant voltaïque, se trouve creusé instantanément en forme de cône ou d'entonnoir, au sein d'un voltamètre contenant une solution saline. Dans

---

(1) Les désignations des raies du cadmium sont celles qu'a données M. Mascart; celles d'entre elles qui manquent, dans la série, sont les raies dont la longueur d'onde n'a pas été déterminée, et en outre la raie 8, qui paraît ne pas appartenir au cadmium.

d'autres expériences sur les effets lumineux produits par un courant de forte tension, au contact de l'électrode positive ou négative avec les parois d'un vase en verre ou en cristal, humecté d'une solution de sel marin, j'ai eu l'occasion d'observer que le verre ou le cristal était fortement attaqué aux points touchés par l'électrode, et que les anneaux lumineux concentriques, formés tout autour, restaient quelquefois gravés à la surface du verre du voltamètre. En employant, comme solution saline, de l'azotate de potasse, il fallait une force électrique beaucoup moindre qu'avec le chlorure de sodium ou d'autres sels, pour produire les effets lumineux et la dévitrification.

» Ces observations m'ont conduit à appliquer le courant électrique à la gravure sur verre ou sur cristal. On recouvre la surface d'une lame de verre ou d'une plaque de cristal, avec une solution concentrée de nitrate de potasse, en versant simplement le liquide sur la plaque, posée horizontalement sur une table ou dans une cuvette peu profonde. D'autre part, on fait plonger, dans la couche liquide qui recouvre le verre, et le long des bords de la lame, un fil de platine horizontal communiquant avec les pôles d'une batterie secondaire de 50 à 60 éléments; puis, tenant à la main l'autre électrode formée d'un fil de platine entouré, sauf à son extrémité, d'un étui isolant, on touche le verre, recouvert de la couche mince de solution saline, aux points où l'on veut graver des caractères ou un dessin (1).

» Un sillon lumineux se produit partout où touche l'électrode, et, quelle que soit la rapidité avec laquelle on écrive ou l'on dessine, les traits que l'on a faits se trouvent nettement gravés sur le verre. Si l'on écrit ou si l'on dessine lentement, les traits sont gravés profondément; quant à leur longueur, elle dépend du diamètre du fil servant d'électrode; s'il est taillé en pointe, ces traits peuvent être extrêmement déliés.

» On peut graver avec l'une ou l'autre électrode; il faut toutefois un courant moins fort pour graver avec l'électrode négative.

» Bien que j'aie obtenu ces résultats en faisant usage de batteries secondaires, il est clair qu'on peut employer de préférence, pour un travail con-

---

(1) Si, au lieu d'une surface plane en verre, on a une surface bombée, on parvient au même résultat, soit en épaississant la solution saline à l'aide d'une substance gommeuse, pour qu'elle adhère au verre, soit en faisant tourner l'objet dans le vase renfermant la solution, de manière qu'il vienne présenter successivement à l'opérateur les diverses parties de sa surface simplement humectées dans le voisinage du liquide.

tinu, toute autre source d'électricité, de quantité et de tension suffisantes, soit une pile de Bunsen d'un assez grand nombre d'éléments, soit une machine de Gramme ou même une machine magnéto-électrique à courants alternativement positifs et négatifs ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acétates acides* (suite). Note de M. A. VILLIERS, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai décrit précédemment ([2]) plusieurs acétates acides de soude et de chaux. En voici quelques autres formés par la strontiane, la baryte, le cuivre et le manganèse :

» 2. *Strontiane.* — La strontiane forme avec l'acide acétique plusieurs acétates acides hydratés; ces sels sont instables et s'effleurissent d'autant plus rapidement qu'ils sont plus acides.

» 1° *Sesquiacétate hydraté,* $2C^4H^3SrO^4, C^4H^4O^4, 2H^2O^2$. — Ce sel se dépose en gros cristaux pendant le refroidissement d'une solution d'acétate de strontiane dans 3 parties d'acide acétique étendu de $\frac{2}{3}$ d'eau.

» En voici l'analyse :

		Calcul.
Acétate neutre	68,46	68,15
Acide acétique en excès	20,08	19,90

» On l'obtient encore cristallisé en fines aiguilles, en mélangeant deux solutions saturées d'acétate de strontiane cristallisé faites d'une part dans l'acide acétique cristallisable, et d'autre part dans l'eau. Le mélange se prend en une masse cristalline qui est constituée par ce sel.

» 2° En mélangeant une solution saturée d'acétate de strontiane avec un égal volume d'acide acétique, on obtient, si la température est assez basse, le sel

$$3C^4H^3SrO^4, 2C^4H^4O^4, 3H^2O^2,$$

sous la forme d'aiguilles courtes et soyeuses.

([1]) Les figures roriques produites avec l'électricité statique et les empreintes obtenues par M. Grove avec l'électricité d'induction se rattachent à ces altérations du verre par l'électricité dynamique. Mais, comme la quantité d'électricité fournie par les machines électriques ou les bobines d'induction est relativement très-faible, et qu'il n'y a point d'ailleurs d'effet électrochimique, tel que celui qui se produit ici en présence d'une solution saline, ces figures et ces empreintes sont très-difficilement visibles.

([2]) *Comptes rendus*, 15 avril et 22 octobre.

Analyse.

		Calcul.
Acétate neutre	64,07	63,92
Acide acétique en excès	24,90	24,88

» 3° On obtient un autre hydrate du même sel

$$3C^4H^3SrO^4, 2C^4H^4O^4, H^2O^2.$$

» Cet hydrate, qui se forme à une température supérieure, s'obtient en dissolvant à chaud jusqu'à saturation de l'acétate de strontiane cristallisé dans de l'acide acétique cristallisable. Pendant ce refroidissement, ce sel se dépose sous la forme de petits prismes très-efflorescents, qui doivent être desséchés et analysés rapidement.

Analyse.

		Calcul.
Acétate neutre	69,37	69,07
Acide acétique en excès	26,78	26,89

» 4° On obtient enfin, en dissolvant de l'acétate de strontiane desséché dans de l'acide acétique, contenant quelques centièmes d'eau, un sel dont la composition peut être représentée par la formule

$$4C^4H^3SrO^4, 3C^4H^4O^4, 3HO.$$

Analyse.

		Calcul.
Acétate neutre	66,70	66,50
Acide acétique en excès	29,08	29,12

» Ce sel se présente sous la forme de cristaux assez nets, mais très-altérables.

» Je n'ai pu obtenir de sel anhydre suffisamment défini, non plus que de sel hydraté, contenant plus d'acide que le précédent.

» On remarque la simplicité des rapports qui existent entre les nombres d'équivalents d'acétate acétique et d'acétate neutre combiné; ces rapports sont, en effet, $\frac{2}{1}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{4}{3}$, et ces sels peuvent être considérés (à part l'eau de cristallisation), comme dérivant les uns des autres par les additions successives de

$$C^4H^3SrO^4, C^4H^4O^4.$$

» 3. *Baryte.* — Je n'ai pu obtenir qu'un seul sel acide bien défini avec la baryte, le sesquiacétate hydraté :

$$2C^4H^3BaO^4, C^4H^4O^4, 4H^2O^2.$$

» Ce sel se forme, du reste, très-facilement en dissolvant à chaud de l'acétate de baryte dans de l'acide acétique étendu à divers degrés de concentration. Il s'obtient encore en mélangeant à volumes égaux deux solutions saturées d'acétate de baryte, faites l'une dans l'eau, l'autre dans l'acide acétique; le mélange reste longtemps en surfusion et finit par se prendre tout d'un coup en une masse cristalline.

	Analyse.	Calcul.
Acétate de baryte...........	65,53	65,89
Acide acétique en excès.......	15,85	15,50

» Ce sel se présente sous la forme d'aiguilles soyeuses et semblables au triacétate de soude.

» En dissolvant l'acétate de baryte cristallisé dans l'acide acétique cristallisable, on obtient un sel qui se dépose sous la forme de filaments soyeux et mamelonnés, et qui, après avoir été desséché sur des plaques poreuses, a l'aspect de l'amiante. Les analyses de ce corps indiquent la formule $C^4H^3BaO^4$, $C^4H^4O^4$, H^2O^2. Mais son extrême instabilité et la difficulté de sa dessiccation rendent ce résultat incertain.

» 4. *Cuivre; sesquiacétate de cuivre,* $2C^4H^3CuO^4$, $C^4H^4O^4$, H^2O^2. — Ce sel s'obtient en dissolvant à chaud l'acétate de cuivre cristallisé ordinaire dans l'acide acétique cristallisable; la liqueur abandonne en refroidissant presque tout l'acétate de cuivre, et l'eau mère est à peu près incolore. Le sel, qui se dépose ainsi sous la forme de cristaux grenus et brillants, d'une belle couleur vert foncé, a une composition correspondant à un sesquiacétate, et retient, comme eau de cristallisation, toute l'eau de cristallisation de l'acétate de cuivre employé.

» En voici l'analyse :

		Calcul.
Oxyde de cuivre...........	30,72	30,50
Acide acétique total.........	69,92	69,50

» 5. *Manganèse; sesquiacétate de manganèse,* $2C^4H^3MnO^4$, $C^4H^4O^4$, $2H^2O^2$. — Ce sel s'obtient de même en dissolvant de l'acétate de manganèse cristallisé dans l'acide acétique cristallisable; il se présente sous la forme de petits cristaux grenus mamelonnés, moins colorés en rose que l'acétate ordinaire.

	Analyse.	Calcul.
Manganèse................	20,22	20,44
Acide acétique total.........	67,21	66,91

» On voit que l'acide acétique a une grande tendance à former des sesquiacétates avec les diverses bases (les bases alcalines exceptées).

» 6. L'acétate de plomb se dissout en très-grande proportion dans l'acide acétique cristallisable et donne des solutions sirupeuses; mais le sel qui s'en sépare par cristallisation est de l'acétate de plomb neutre (¹). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur des expériences montrant que la méningo-encéphalite de la convexité du cerveau détermine des symptômes différents, suivant les points de cette région qui sont atteints.* Note de MM. BOCHEFONTAINE et VIEL (²), présentée par M. Vulpian.

« Les affections méningitiques se traduisent, comme on le sait, par les phénomènes les plus variés. Des troubles divers : douleurs, somnolence, convulsions, délire, troubles variés des sens, contractures, paralysies diverses, etc., s'observent dans les cas d'inflammation des méninges cérébrales. Mais nulle part cette variation des symptômes n'est plus remarquable que dans la paralysie générale progressive, dont la lésion bien connue consiste en une méningo-encéphalite diffuse à marche chronique. On a déjà pensé que la variation des symptômes, dans ces différents cas, pouvait tenir au siége des lésions, et la clinique a fourni des données importantes dans cette direction.

» Il nous a semblé qu'il serait intéressant de chercher à contrôler ces notions au moyen de l'expérimentation, en tenant compte des faits introduits dans la physiologie de l'écorce grise du cerveau et des méninges, pendant ces dernières années.

» Le procédé expérimental qui nous a paru le plus propre à cette recherche est la cautérisation du cerveau avec le nitrate d'argent solide, sur des animaux convenablement anesthésiés par injection intra-veineuse d'hydrate de chloral.

» Ce procédé a été employé sur dix chiens, chez lesquels on a pu constater que l'instrument, porteur du sel d'argent dans la cavité de l'arachnoïde, n'avait déterminé aucune lésion traumatique du cerveau, et que les altérations de cet organe existaient toujours dans les seules parties touchées par le nitrate d'argent.

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot.

(²) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

» Chez sept de nos animaux, les parties cautérisées ont été la circonvolution sigmoïde et les parties situées immédiatement en arrière d'elle, c'est-à-dire les deux tiers antérieurs de la face convexe des hémisphères cérébraux.

» Chez les trois autres, la cautérisation a été portée sur le tiers postérieur de cette face des lobes cérébraux.

» A. Les animaux de la première série ont présenté, trois ou quatre jours après l'opération, des troubles divers qui, dans un cas, ont débuté par une attitude anormale de la patte antérieure du côté correspondant à celui de la lésion. Dans tous les cas, on a observé des mouvements ataxiques des membres du côté opposé, puis de la faiblesse paralytique de ces membres. Du côté opposé toujours, les muscles peauciers de la face et du cou sont devenus paralysés. En même temps, on a constaté une diminution considérable ou l'abolition de la sensibilité dans ces différentes parties, ainsi que l'affaiblissement ou la perte des sens de l'ouïe et de la vue. On a également constaté que la muqueuse de l'orifice nasal était insensible à diverses irritations mécaniques.

» On a noté encore des attaques épileptiformes précédées et suivies de manifestations délirantes, semblables à celles que l'on observe dans la manie épileptique.

» Il y a eu aussi des accidents choréiformes.

» Les crises épileptiformes ont toujours été accompagnées d'une salivation abondante.

» Ces animaux, si ce n'est un qui s'est rétabli après avoir eu des accès épileptiques avec impulsions délirantes, sont morts épuisés par des attaques convulsives subintrantes, après avoir considérablement maigri, bien qu'ils aient mangé volontiers jusqu'au dernier jour.

» B. Les trois autres chiens ont été opérés sur le tiers postérieur d'un lobe cérébral. Aucun d'eux n'a présenté de troubles cérébraux. Ils ont été sacrifiés un mois après l'opération, et cependant on a trouvé dans les parties cautérisées les mêmes lésions que chez ceux dont les parties antérieures du cerveau avaient été lésées.

» Ces lésions consistent dans une inflammation irritative de l'écorce grise cérébrale, quelquefois accompagnée de ramollissement, avec ou sans exulcérations, dans la partie touchée par le nitrate d'argent; quelquefois la dure-mère adhérait à l'écorce grise; deux fois on a trouvé des pseudo-membranes entre la dure-mère et le cerveau. Il n'y avait pas de méningite en dehors des points indiqués.

» En résumé :

» 1° La cautérisation de l'écorce grise du cerveau, au moyen du nitrate d'argent, permet de produire la méningo-encéphalite dans un point déterminé, à la volonté de l'expérimentateur.

» 2° L'irritation inflammatoire ainsi produite détermine des troubles variés : faiblesse paralytique, accidents convulsifs, anesthésie locale, perte ou affaiblissement de la vue, de l'ouïe, délire, etc.

» 3° L'anesthésie, la paralysie et les phénomènes convulsifs des mem-

bres et de la face, les troubles des appareils sensoriaux ont lieu du côté opposé à la lésion du cerveau.

» 4° Tous ces troubles s'observent à la suite des lésions de l'écorce grise des parties antérieures du cerveau.

» 5° Les troubles de la motilité correspondent à l'irritation inflammatoire des parties dites *motrices* de la circonvolution sigmoïde, et de la région qui l'entoure immédiatement.

» 6° L'anesthésie correspond à la lésion des circonvolutions immédiatement situées en arrière du gyrus sigmoïde, à la partie moyenne environ de la surface convexe et supérieure des lobes cérébraux.

» 7° La cautérisation du tiers postérieur de la partie supérieure de l'écorce cérébrale n'a, dans aucun cas, donné lieu à un résultat quelconque.

» 8° La cautérisation par le nitrate d'argent n'a par elle-même déterminé directement aucun trouble. Les phénomènes divers que nous avons observés sont survenus trois ou quatre jours après la cautérisation, et sont le résultat de l'irritation inflammatoire déterminée localement par le nitrate d'argent. »

ZOOLOGIE. — *Sur les conditions de développement des Ligules*. Note de M. G. DUCHAMP, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une première série d'expériences sur le développement des Ligules (*L. monogramma*), publiée en 1876, j'avais employé le canard domestique, le genre de vie de cet oiseau se rapprochant le plus possible, ainsi que je le faisais remarquer, de ce qui doit se passer à l'état sauvage, où les Palmipèdes et les Échassiers sont les hôtes du parasite en question.

» La rapidité et la facilité avec lesquelles je vis les Ligules ingérées devenir aptes à la reproduction me donnèrent à penser que le séjour dans le tube intestinal d'un Vertébré à sang chaud devait être la principale condition des phénomènes observés, et, dans ce cas, l'espèce de l'individu nourricier devenait parfaitement indifférente.

» Le pigeon, que sa conformation, autant que ses habitudes, éloigne des oiseaux aquatiques, se présentait comme un sujet favorable à l'expérimentation tentée dans ce sens.

Je fis donc avaler à deux pigeons quelques Ligules de la tanche : au bout de quatre jours pour le premier, et de cinq pour le second, ces oiseaux furent sacrifiés; chacun d'eux était porteur, dans son intestin, d'une Ligule

vivante avec les organes génitaux développés et les matrices pleines d'œufs, semblables en un mot à celles que j'obtenais chez le canard.

» Ces expériences sont pleinement confirmatives de la manière de voir énoncée plus haut; je suis persuadé qu'en plaçant les Ligules dans l'intestin d'un Mammifère, on obtiendrait encore le même résultat.

» Sur les individus recueillis chez mes pigeons, j'ai pu voir les spermatozoïdes. Ils sont emmagasinés dans une poche arrondie, située sur le côté de la matrice; un canal flexueux en part pour aller se continuer directement avec celui du pénis. Quant à ce dernier organe, il est volumineux et vient faire saillie au dehors dès que l'on exerce une pression dans le voisinage de sa cupule (¹).

GÉOLOGIE. — *Sur un alios miocène des environs de Rambouillet.* Note de M. Stan. Meunier, présentée par M. Daubrée.

« L'étude des circonstances qui ont présidé, en un point donné, au passage d'un régime géologique au régime suivant présente un intérêt particulier. C'est elle, en effet, plus que toute autre, qui permet de choisir entre les deux doctrines antagonistes des causes actuelles et des révolutions du globe; aussi tous les faits observés avec soin dans cette direction doivent-ils être accueillis avec intérêt. C'est ce qui m'engage à décrire rapidement la manière dont se présente le contact du terrain marin des sables supérieurs et du terrain lacustre du calcaire de Beauce, dans le village même de Cernay-la-Ville, aux environs de Rambouillet.

» Sous une couche de $0^m,50$ environ de terre végétale, supportée par $3^m,50$ de meulières supérieures, noyées dans l'argile qui les accompagne toujours, se présente un calcaire marneux blanc, remarquable par les innombrables tests de Lymnées qu'il renferme. C'est là, par exemple, qu'on trouve l'intéressante *L. condita* de Deshayes.

» Ce calcaire, dont l'épaisseur ne dépasse guère $0^m,25$, repose sur $0^m,10$ de marnes blanches sans fossiles, qui le séparent d'un lit très-épais et peut-être très-exploitable de lignite très-noir, compacte et bien combustible, quoique assez argileux.

» On sait que précisément à ce niveau se présente, à la côte Saint-Martin d'Étampes, une double couche ligniteuse, remarquable par l'abon-

---

(¹) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

dance et la belle conservation des *Potamides Lamarkii* qu'on y rencontre; mais le combustible est bien loin d'offrir la même pureté et la même épaisseur qu'à Cernay.

» Dans cette dernière localité, comme à Étampes, le lignite couronne l'ensemble des sables de Fontainebleau dont la puissance n'est pas connue, mais il présente ici cette particularité, d'être séparé du sable blanc par une couche d'une sorte de grès friable, dont le ciment est à la fois ligniteux et ferrugineux. La composition de cette dernière couche et sa situation par rapport au sable pur et au lignite paraît significative. L'analyse que j'en ai exécutée a fourni, en effet, les mêmes résultats que l'analyse de certaines variétés d'alios des Landes et tout spécialement d'un échantillon que le Muséum a reçu en 1863, de M. Chambreland, et qui provient de Courlouse, commune de Lugos (Gironde).

» Comme on sait, l'alios est remarquable par sa richesse en une substance organique noire, facile à séparer par un simple lavage à l'eau ([1]) et dont M. Cloëz a donné la composition ([2]). Cette substance oxyhydrocarbonée se retrouve dans le grès ferrugineux de Cernay ; aussi ne paraît-on pas devoir hésiter à y reconnaître un véritable alios miocène dont l'allure permet de reconstituer les phases par lesquelles a passé le point où il s'est produit.

» Le sable de Fontainebleau est, à Cernay comme dans beaucoup d'autres localités, dépourvu des caractères les plus nets des terrains sédimentaires : on n'y voit pas de stratification évidente, et les fossiles y font absolument défaut. L'idée que, dans beaucoup de cas, il représente, comme le sable de Rilly et comme une partie des sables moyens, une dune ancienne, s'offre d'elle-même à l'esprit; mais la probabilité fait place à la certitude, quand on constate dans la masse de sable les caractères distinctifs des dunes véritables et des landes auxquelles elles donnent lieu, c'est-à-dire le lignite et surtout l'alios.

» Dans un Mémoire remarquable, M. Faye a décrit, en 1870, la manière d'être de l'alios des Landes de Gascogne ([3]), et il a émis à cette occasion une ingénieuse théorie, quant au mode de formation de cette substance. Je crois que la plupart des conditions signalées par ce savant dans

([1]) Chevreul, *Comptes rendus*, t. LIX, p. 64.
([2]) Cloez, *ibid.*, t. LIX, p. 38.
([3]) Faye, *Comptes rendus*, tome LXXI, p. 245.

le terrain récent se retrouvent dans les couches plus anciennes des environs de Rambouillet. Ici, comme là, on saisit, pour ainsi dire sur le fait, les réactions par lesquelles les végétaux réalisent la production du minerai de fer des marais, comme l'a démontré M. Daubrée [1].

» Jusqu'ici il n'a pas été possible de trouver dans le lignite de Cernay d'empreintes permettant de déterminer les plantes dont il dérive; peut-être est-ce une raison pour y voir une ancienne tourbe provenant de végétaux cellulaires, comme les algues, et cela le rapprocherait des tourbières subordonnées aux dunes du Danemark et si bien étudiée par M. de Forchhammer [2].

» En résumé, il paraît évident que, dans la localité qui nous occupe, le passage de la formation marine de Fontainebleau à la formation lacustre de Beauce a été ménagé par une formation atmosphérique identique celle de nos dunes et qui a été le théâtre de phénomènes rigoureusement semblables à ceux qui se développent aujourd'hui sur le littoral des océans. L'interprétation de la coupe de Cernay au point de vue des causes actuelles conduit donc, dans ce cas particulier comme dans bien d'autres, à substituer l'opinion d'une modification très-lente du régime géologique à l'hypothèse jadis si en faveur d'un brusque cataclysme. »

M. **Decharme** adresse un complément à ses Communications précédentes « Sur les anneaux colorés thermiques [3] ».

L'auteur fait remarquer que les toiles en fer étamé se distinguent facilement des toiles en fer zingué, par les anneaux colorés que la chaleur développe à leur surface. Si l'étamage contient du plomb en quantité notable, ce métal est accusé par l'absence des plus belles nuances sur les anneaux colorés, c'est-à-dire le jaune périphérique, le rouge intérieur et le bleu central. De là, un moyen facile et prompt de constater la nature des couvertes de toiles métalliques très-peu différentes d'aspect.

M. L. **Lalanne** communique une Lettre de M. *Vogler*, dans laquelle le savant professeur, à l'occasion de la réclamation de priorité présentée à la page 1012 de ce volume, fait remarquer que la citation de M. Lalanne est extraite d'un abrégé succinct de son Ouvrage relatif à l'établissement

---

(1) Daubrée, *Comptes rendus*, t. XX, p. 1775.

(2) Forchhammer, Neues Jahrbuche, p. 38, 1841.

(3) *Comptes rendus*, séances du 6 novembre et du 4 décembre 1876, p. 853 et 1088.

des Tables graphiques. L'Ouvrage complet, qui a été adressé à M. Lalanne, donne pleine satisfaction à la réclamation du savant français.

M. Saltel adresse une nouvelle Note « Sur la décomposition de l'équation de la surface enveloppe d'une surface définie par une équation algébrique, contenant quatre paramètres variables, liés entre eux par deux relations ».

M. A. Bouvet adresse une Note relative aux indications qu'il croit avoir données « sur l'action prépondérante du refroidissement dans la liquéfaction des gaz »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 décembre 1877.

(suite.)

Anuario hidrografico de la Marina de Chile, año II, III. Santiago, impr. de la Libreria del *Mercurio,* 1876-1877; 2 vol. in-8°.

La Cronica de 1810; *por* M. L. Amunategui. Santiago, impr. de J. Nunez, 1876; 2 vol. in-8°.

Anales de la Universidad de Chile; 1ª seccion : *Memorias cientificas i literarias,* 1875-1876; 2ª seccion : *Boletin de Instruccion publica,* 1875-1876. Santiago, Impr. nacional, 1875-1876; 4 vol. in-8°.

Quinto Censo jeneral de la poblacion de Chile, levantado el 19 *de abril de* 1875. Valparaiso, impr. del *Mercurio,* 1876; in-4°.

Memoria que el intendente de Valparaiso presenta al Señor Ministro de lo Interior, en conformidad á la lei, 1875-1876. Valparaiso, impr. del *Mercurio,* 1876; in-8°.

La patria chilena. Le Chili tel qu'il est; par Ed. Sève; t. I. Valparaiso, impr. del *Mercurio,* 1876; in-8°.

Memoria de relaciones esteriores i de colonizacion, presentada al Congreso nacional de 1876. Santiago, impr. de J. Nunez, 1876; in-8°.

Memoria de hacienda, presentada al Congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1876. Santiago, Impr. nacional, 1876; in-8°.

Memoria de Justicia, Culto e Instruccion publica, presentada al Congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1876. Santiago, Impr. nacional, 1876; in-8°.

Memoria de Guerra y Marina, presentada al Congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1876. Santiago, impr. del *Mercurio*, 1876; in-8°.

Memoria del interior, presentada al Congreso nacional por el Ministro del Ramo en 1876; 1er et 2e vol. Santiago, Impr. nacional, 1876; 2 vol. in-8°.

Coleccion de tratados, celebrados por la Republica de Chile con los Estados estranjeros; t. II. Santiago, Impr. nacional, 1875; in-8°.

Anuario estadistico de la Republica de Chile, correspondiente á los años de 1874 *i* 1875. Santiago, Impr. nacional, 1876; in-4°.

Sesiones de la Comision conservadora en 1876. Santiago, Impr. nacional, 1876; in-4°.

Sesiones ordinarias de la Camara de senadores en 1875. Santiago, Impr. nacional, 1875; nos 1, 2; in-4°.

Sesiones ordinarias de la Camara de diputados en 1875; n° 1. Santiago, Impr. nacional, 1875; in-4°.

Sesiones estraordinarias de la Camara de diputados en 1875; n° 2. Santiago, Impr. nacional, 1875; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 DÉCEMBRE 1877.

Administration des Douanes. Tarif officiel des Douanes de France, 2e fascicule : *Répertoire général.* Paris, Impr. nationale, 1877; in-4°.

Le jardin fruitier du Muséum; par J. DECAISNE, membre de l'Institut; liv. 129e et dernière. Paris, Firmin Didot et Cie, 1877; in-4°.

La machine animale. Locomotion terrestre et aérienne; par E.-J. MAREY; 2e édition. Paris, Germer-Baillière, 1878; in-8° relié.

Les nerfs et les muscles; par J. ROSENTHAL. Paris, Germer-Baillière, 1878; in-8° relié.

Études sur les ouragans; par le vice-amiral vicomte A. FLEURIOT DE

LANGLE. Paris, Berger-Levrault, 1876; in-8°. (Extrait de la *Revue maritime et coloniale.*)

G. TISSANDIER, *Histoire de mes ascensions.* Paris, Dreyfous, 1878; 1 vol. grand in-8° illustré.

Aperçu de la théorie du germe contagieux, etc.; par H. GUÉNEAU DE MUSSY. Paris, Germer-Baillière, 1877; br. in-8°.

Société française d'Hygiène, sa raison d'être, son but, son avenir; par M. le Dr DE PIETRA-SANTA. Paris, H. Bellaire, 1877; br. in-8°.

La réforme du casernement; par M. C. TOLLET. Paris, Delahaye, 1877; br. in-8°.

Organisation des secours publics à Paris, par P. COULY. Paris, Delahaye, 1877; br. in-8°.

Rapport des lois et des mœurs avec la population; par le Dr S.-E. MAURIN. Paris, Delahaye, 1877; br. in-8°.

Le tannage des peaux; par A. JOLTRAIN. Paris, Delahaye, 1877; br. in-8°.

Pubblicazioni del R. Istituto di Studii superiori, patrici e di perfezionamento in Firenze. Sezione di Medicina e Chirurgia e Scuola di Farmacia, vol. I; *Sezione di Scienze fisiche e naturali,* vol. I; *Sezione di Filosofia e Filologia,* vol. I. Firenze, Le Monnier, 1875-1877; 5 vol. in-8°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; vol. XII, disp. I, II, III, IV, V. Torino, Paravia, 1876; 5 liv. in-8°.

Bollettino dell' Osservatorio della regia Università di Torino; anno XI (1876). Torino, Stamperia reale, 1877; in-4° oblong.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 DÉCEMBRE 1877.

La craie de Crimée, comparée à celle de Meudon et à celle de l'Aquitaine; par M. HÉBERT. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Sur la position exacte de la zone à Heterodiadema libycum; *par* M. HÉBERT. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Recherches sur les terrains tertiaires de l'Europe méridionale; par M. HÉBERT. Paris, Gauthier-Villars, 1877; in-4°. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie.*)

Le cerveau et ses fonctions; par J. Luys; 3e édition. Paris, Germer-Baillière, 1878; in-8° relié. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Les harmonies du son et les instruments de musique; par J. Rambosson. Paris, Firmin Didot, 1878; grand in-8° illustré.

Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Mammifères tertiaires; par A. Gaudry. Paris, F. Savy, 1878; in-8° relié. (Présenté par M. P. Gervais.)

De la production et de la consommation des boissons alcooliques en France; par M. le Dr Lunier. Paris, F. Savy, 1877; in-8°. (Renvoyé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Wagner et Gauthier. *Nouveau Traité de Chimie industrielle;* t. I, fascicule 1. Paris, F. Savy, 1878; in-8°.

État de la question des eaux d'égouts en France et à l'étranger. Rapport lu, le 20 février 1877, à la Section du génie rural de la Société des agriculteurs de France; par M. A. Durand-Claye. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1877; br. in-8°.

De la septicémie expérimentale; par V. Feltz. Nancy, Berger-Levrault, 1878; in-8°.

Étude expérimentale de l'action de la fuchsine sur l'organisme; par V. Feltz et E. Ritter. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1877; in-8°.

Traité clinique des maladies des Européens au Sénégal; par L.-J.-B. Bérenger-Féraud; t. II. Paris, A. Delahaye, 1878; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1877, novembre. Paris, Dunod, 1877; in-8°.

Ville de Bruxelles. Des paratonnerres à pointes, à conducteurs et à raccordements terrestres multiples. Description détaillée des paratonnerres établis sur l'Hôtel de Ville de Bruxelles, en 1865. Exposé des motifs des dispositions adoptées; par Melsens. Bruxelles, F. Hayez, 1877; in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; t. XXXI, 4e série; t. I, 5e liv., 1877. Bordeaux, impr. Cadoret, 1877; in-8° avec atlas in-4°.

North american Starfishes; by Alex. Agassiz. Cambridge, 1877; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 DÉCEMBRE 1877.

Rapport présenté à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce par l'Académie de Médecine, sur les vaccinations pratiquées en France pendant l'année 1875. Paris, Impr. nationale, 1877; in-8°. (3 exemplaires.)

Précis d'histologie humaine et d'histogénie; 2e édition; *par* G. POUCHET et F. TOURNEUX. Paris, G. Masson, 1877; in-8°.

Les abeilles, organes et fonctions, éducations et produits, miel et cire; par Maurice GIRARD. Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-12.

Mémoires publiés par la Société centrale d'Agriculture de France; année 1874, t. IV. Paris, Bouchard-Huzard, 1877; in-8°.

Le Phylloxera. Comité d'étude et de vigilance. Rapports et documents; 3e fascicule. Paris, G. Masson, 1877; in-8°. (Renvoi à la Commission.)

Paléontologie française ou description des fossiles de la France; 2e série : *Végétaux. Terrain jurassique;* livr. 24 : *Conifères ou Aciculariées; par* M. le comte DE SAPORTA; texte, feuilles 13 à 15, *Pl. XXX à XXXVII* du t. III. Paris, G. Masson, 1877; in-8°.

WAGNER et GAUTHIER, *Nouveau Traité de Chimie industrielle;* t. I, fasc. 2. Paris, F. Savy, 1878; in-8°.

Traité de Climatologie médicale; par le Dr H.-C. LOMBARD. Paris, J.-B. Baillière, 1877; 2 vol. in-8°. (Adressé au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Journal du Ciel; par J. VINOT; 13e année, 1877. Paris, Cour de Rohan, 1877; 1 vol. in-8°.

Note et propositions présentées au Conseil général du Finistère sur l'organisation et sur le fonctionnement du service des épizooties; par H.-M. TANGUY. Landerneau, 1877; br. in-8°.

DEYDIER, *La locomotion aérienne.* Oran, impr. Collet, 1877; br. in-8°.

Résultats consécutifs de la cure thermale de Baréges; par le Dr ARMIEUX. Toulouse, sans date, impr. Douladoure; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*) (Présenté par M. le baron Larrey.)

Recherches nouvelles sur l'état de la circulation pendant la cure de Baréges; par le Dr ARMIEUX. Paris, Germer-Baillière, 1877; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société d'Hydrologie médicale.*) (Présenté par M. le baron Larrey.)

Commentaires sur quelques cartes anciennes de la Nouvelle-Guinée, pour servir à l'histoire de la découverte de ce pays par les navigateurs espagnols (1528-1606); *par* le Dr E.-T. HAMY. Paris, Société de Géographie, 1877; br. in-8°. (Présenté par M de Quatrefages.)

Atti della Società toscana di Scienze naturali, residente in Pisa; vol. I, fasc. 3; vol. II, fasc. 1, 2; vol. III, fasc. 1. Pisa, tipogr. Nistri, 1876-1877; 4 liv. in-8°.

Atti del reale Istituto d'incoraggiamento alle Scienze naturali, economiche e tecnologiche di Napoli; seconda serie, t. XIV; Parte I. Napoli, G. Nobile, 1877; in-4°.

Problema della trisezione geometrica di un angolo o di un arco dato, risoluto dall' ingegniere cav. E. LEMAIRE. Napoli, Angelis, 1877; br. in-8°.

Ninth annual Report of the United States geological and geographical Survey of the territories, etc., 1875; *by* F.-HAYDEN. Washington, 1877; in-8° relié.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian institution, etc., for the year 1876. Washington, government printing office, 1877; in-8°.

Système silurien du centre de la Bohême; par J. BARRANDE; 1re partie: *Recherches paléontologiques;* vol. II: *Ordres des Céphalopodes;* texte, quatrième et cinquième partie, avec suppléments. Prague et Paris, chez l'auteur, 1877; 4 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 décembre 1877.)

Page 1141, ligne 4 en remontant, *au lieu de* M. James Hales, *lisez* M. James Hall.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 DÉCEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1878, s'exprime ainsi :

« Le Bureau tient à rajeunir, à améliorer progressivement son *Annuaire*, à le rendre de plus en plus utile au public. La partie astronomique, spécialement confiée à M. Lœwy, ne laisse plus rien à désirer. Les tableaux monétaires dus à M. Sudre, les tables minéralogiques de MM. Des Cloizeaux et Damour, les tables physiques de M. Fizeau, les tables des éléments du magnétisme en France de M. Marié-Davy, les éléments numériques de la thermochimie de M. Berthelot, enfin les nouveaux tableaux statistiques et géographiques de M. Levasseur, présentent un ensemble de documents qu'on ne trouve nulle part ainsi réunis et condensés. Suivent des Notices scientifiques de MM. Faye et Janssen, la première sur la Météorologie cosmique, la seconde sur la Photographie du Soleil. »

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution de la surface solaire et sur la Photographie envisagée comme moyen de découverte en Astronomie physique.* Note de M. J. **Janssen**.

« La Photographie céleste entre actuellement dans une voie nouvelle.

» Jusqu'ici cet art n'avait été envisagé dans ses applications à l'Astronomie

que comme un moyen d'obtenir des phénomènes, des images fidèles et indépendantes de toute intervention de la main humaine.

» Aujourd'hui, la Photographie est en état de rendre des services encore plus importants et devient un moyen de découvrir des faits qui échappent à l'investigation par nos instruments d'optique.

» Avant de parler de ces faits, qui actuellement se rapportent à la constitution de la photosphère solaire, disons quelques mots des procédés qui ont permis de les découvrir.

» On sait que jusqu'ici la Photographie avait été impuissante à reproduire les détails donnés par les instruments puissants. Les photographies les plus remarquables du Soleil obtenues jusqu'ici, et parmi lesquelles il faut citer en première ligne celles de l'éminent M. Warren de la Rue, un des fondateurs de la Photographie céleste; celles de M. Rutherfurd, etc., donnaient très-bien les taches et les facules; mais, pour la surface proprement dite, elles ne montraient que des marbrures, sans aucun des détails de granulations dont les instruments d'optique nous ont révélé l'existence.

» Il faut dire qu'on ne cherchait même pas à obtenir ces détails si délicats, entrevus dans des circonstances atmosphériques très-favorables, et que les procédés photographiques paraissaient absolument impuissants à reproduire.

» En méditant sur la question, j'ai été amené à penser que cette infériorité avait sa source dans le mode suivi jusqu'ici, et non dans l'essence même de la méthode photographique.

» J'ai même reconnu, en comparant très-attentivement les deux méthodes, que la Photographie devait avoir sur l'observation optique des avantages qui lui étaient absolument propres pour mettre en évidence des effets et des rapports de lumière que la vue est impuissante à percevoir ou à estimer.

» Notre organe visuel possède l'admirable faculté de pouvoir fonctionner dans les conditions d'éclairement les plus différentes; mais aussi la vue ne nous permet pas de juger des rapports d'intensité lumineuse, surtout quand ces intensités sont extrêmement considérables.

» L'image solaire est dans ce cas. Malgré l'intervention des verres colorés, des hélioscopes, etc., l'œil doit saisir des détails dans un milieu éblouissant, et fonctionner dans des conditions tout à fait anomales pour lui. Les vrais rapports d'intensité lumineuse des diverses parties de l'image ne peuvent plus être perçus, et les apparences ne répondent plus à la réa-

lité des choses. C'est là ce qui explique les opinions si différentes qui ont été émises sur les formes et les dimensions des granulations et des parties constitutives de la surface solaire.

» L'image photographique, quand elle est obtenue dans des conditions bien réglées de l'action de la lumière, est affranchie de ces défauts, et elle exprime, d'une manière très-approchée, les vrais rapports d'intensité lumineuse des diverses parties de l'objet qui lui donne naissance.

» Pour que ce précieux résultat soit réalisé, il faut que, pendant l'action lumineuse, la couche sensible reste à très-peu près semblable à elle même, condition qui exige que la portion de la substance photographique influencée pendant toute la durée de la pose ne soit qu'une faible partie de quantité en présence sur la plaque.

» J'aurai à revenir sur ce point si important.

» Ainsi, en *dosant* rigoureusement le temps de l'action lumineuse de manière à ne pas avoir de *surpose* pour les parties les plus brillantes du disque solaire, on aura une image qui nous présentera, non-seulement les détails dans la vérité de leurs contours, mais qui, en outre, nous instruira sur les rapports très-approchés de leurs véritables intensités lumineuses.

» La Photographie possède encore sur la vue un autre avantage précieux, surtout quand il s'agit de courtes poses. J'ai reconnu, en effet, que le spectre photographique, quand l'action lumineuse est courte, au lieu d'avoir l'étendue qu'on lui connaît, se réduit à une bande étroite située près de G.

» Cette curieuse propriété montre qu'on pourrait obtenir des images photographiques très-tolérables du Soleil avec des lentilles simples à long foyer Elle montre surtout que l'achromatisme chimique est incomparablement plus facile à réaliser que l'achromatisme optique, et que les images solaires notamment, obtenues en ayant égard à cette propriété, peuvent avoir une netteté incomparablement plus grande que celle des images optiques.

» Tels sont les avantages, que j'appellerai *avantages de méthode*, que la Photographie présente sur l'optique oculaire.

» L'infériorité des images photographiques solaires obtenues jusqu'ici tenait donc uniquement aux conditions défavorables dans lesquelles elles étaient obtenues.

» En premier lieu, il faut placer les circonstances de durée exagérée dans l'action lumineuse.

» En effet, quand l'action lumineuse est trop prolongée relativement à son intensité, l'image photographique s'agrandit rapidement et perd toute netteté de contours. Ce phénomène, qu'on pourrait nommer l'*irradiation*

photographique (sans rien préjuger sur sa cause), est très-frappant dans les photographies d'éclipses totales qui ont été obtenues depuis 1860. Sur ces photographies, on voit l'image des protubérances empiéter sur le disque lunaire d'une quantité qui s'élève à 10, 15 secondes et plus.

» On comprend que, quand il s'agit de granulations solaires qui ont un diamètre moyen de 2 à 3 secondes, on ne peut les obtenir sur des images où l'irradiation photographique aurait une valeur supérieure à leurs propres dimensions.

» J'ai donc étudié avec le plus grand soin, et en conformité avec les principes posés précédemment, le temps de l'action lumineuse, de manière à combattre cet obstacle capital.

» J'ai combiné la diminution de temps de l'action lumineuse avec l'agrandissement des images.

» Les dimensions des images ont été successivement portées à 12, 15, 20, 30 centimètres.

» Le temps de l'action lumineuse, qui est ici la condition exclusive du succès (car on a obtenu des portions d'images solaires répondant à des disques de plus de 1 mètre de diamètre et qui ne montrent pas la granulation), a été abaissé jusqu'à $\frac{1}{3000}$ de seconde en été ([1]). Il faut un mécanisme tout spécial et très-parfait, pour régler ainsi une durée aussi courte et donner, pour les diverses parties de l'image, une égalité d'action lumineuse qui doit être réalisée à $\frac{1}{10000}$ de seconde.

» Quand la durée d'action lumineuse est si courte, l'image est beaucoup plus latente encore que dans les circonstances ordinaires; il faut lui appliquer un développement lent, qui se termine ensuite par le renforcement à l'acide pyrogallique et au nitrate d'argent.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que les opérations photographiques doivent être conduites avec le plus grand soin quand il s'agit d'images destinées à révéler de si délicats détails. En particulier, disons que le coton-poudre doit être préparé à haute température pour donner une couche d'une finesse suffisante. Ces conditions réalisées, on obtient alors des images solaires qui, par rapport aux anciennes, constituent un monde nouveau et montrent des phénomènes sur lesquels nous allons nous arrêter aujourd'hui un instant.

» Mais, auparavant, je dois dire que la lunette photographique qui m'a

---

([1]) Le chiffre se rapporte à l'action de la lumière solaire naturelle, qui n'aurait passé par aucun milieu réfringent.

servi dans ces recherches a été construite, pour notre expédition du Japon, par M. Prazmowski; le savant opticien qui prend actuellement une place si honorable dans l'optique française. M. Prazmowski avait basé les calculs de l'objectif sur les indications spectrales que je lui ai fournies, touchant le maximum d'action dont j'ai parlé.

» Pour les opérations photographiques, j'ai été très-habilement secondé par M. Arents, artiste photographe attaché à l'observatoire de Meudon.

» Examinons maintenant d'une manière sommaire, en nous réservant d'y revenir ensuite par des communications séparées, ce que les photographies nous apprennent, par un premier examen, touchant la constitution de la couche photosphérique.

» Ainsi que nous l'avons déjà dit, les photographies montrent la surface solaire couverte d'une granulation générale. Les formes, les dimensions, la distribution de cette granulation ne sont pas en accord avec les idées qu'on s'était formées de ces éléments de la photosphère, d'après l'examen optique. Les images photographiques ne confirment nullement l'idée que la photosphère soit constituée par des éléments dont les formes constantes rappelleraient des feuilles de saule, des grains de riz, etc.

» Ces formes, qui peuvent se rencontrer accidentellement en tel ou tel point, ne sont que des exceptions, et ne peuvent être considérées comme exprimant une loi générale de la constitution du milieu photosphérique. Les images photographiques nous conduisent à des idées beaucoup plus simples et plus rationnelles sur la constitution de la photosphère.

» *Formes des éléments granulaires.* — Si l'on étudie la granulation dans les points où elle est le mieux formée, on voit que les grains ont des formes très-variées, mais qui se rapportent plus ou moins à la forme sphérique. Cette forme est généralement d'autant mieux atteinte que les éléments sont plus petits. Dans les grains très-nombreux, où les formes sont plus ou moins irrégulières, on voit que ces grains sont formés par l'agrégation d'éléments plus petits rappelant la sphère. Là même où la granulation est moins nette et où les grains paraissent étirés, on sent que la sphère a été la forme première des éléments, forme plus ou moins modifiée par l'effet des forces qui agissent sur ces corps.

» La forme normale des éléments granulaires de la photosphère paraît donc se rapporter à la sphère et les figures irrégulières paraissent s'y rattacher encore, soit que l'élément ait été constitué par des corps plus petits, soit que ce même élément se trouve plus ou moins déformé par l'effet de forces étrangères agissant sur le milieu où il est plongé. Il résulte encore de

ces considérations une conséquence très-importante, c'est la preuve, découlant du fait même de la grande variété des formes des éléments granulaires, que ces éléments sont constitués par une matière très-mobile qui cède avec facilité aux actions extérieures. L'état liquide ou gazeux jouit de ces propriétés; mais, en ayant égard à d'autres considérations que nous développerons plus tard, on est conduit à admettre pour les granulations un état très-analogue à celui de nos nuages atmosphériques, c'est-à-dire à les considérer comme des corps constitués par une poussière de matière solide ou liquide nageant dans un milieu gazeux.

» *Origine des granulations.* — Si la couche solaire qui forme la photosphère était dans un état de repos et d'équilibre parfait, il résulte de la notion de sa fluidité qu'elle formerait une enveloppe continue autour du noyau solaire. Les éléments granulaires se confondraient les uns dans les autres, l'éclat du Soleil serait uniforme dans toutes ses parties. Mais les courants gazeux ascendants ne permettent pas cet état d'équilibre parfait. Ces courants brisent et divisent cette couche fluide en un grand nombre de points pour se faire jour : de là la production de ces éléments qui ne sont que des fractions de l'enveloppe photosphérique. Ces éléments fractionnaires tendent à prendre la forme sphérique par la gravité propre de leurs parties constituantes : de là la forme globulaire qui, comme on voit, ne correspond pas à un état d'équilibre absolu, mais seulement relatif, celui où la matière photosphérique, ne pouvant se constituer en une couche continue, est divisée en éléments qui tendent à prendre individuellement leur figure d'équilibre. Mais cet état d'équilibre individuel des parties est lui-même assez rarement réalisé; en des points nombreux, les courants entraînent plus ou moins fortement les éléments granulaires, et leur forme globulaire d'équilibre est altérée, jusqu'à devenir tout à fait méconnaissable quand les mouvements deviennent plus violents.

» Ces mouvements, dont la couche gazeuse où nagent les éléments photosphériques est incessamment agitée, ont des points d'élection. La surface solaire est ainsi divisée en régions de calme et d'activité relatives, d'où résulte la production du *réseau photosphérique*. En outre, dans les points mêmes de calme relatif, les mouvements du milieu photosphérique ne permettent pas aux éléments granulaires de se disposer en couche de niveau, d'où résulte l'enfoncement plus ou moins grand des grains au-dessous de la surface, et par suite, eu égard au grand pouvoir absorbant du milieu où nagent ces éléments, la grande différence d'éclat des grains sur les images photographiques.

» Ainsi, une première étude des nouvelles photographies nous conduit déjà à modifier beaucoup nos idées sur la photosphère, et l'ensemble des données qu'elles nous fournissent nous conduit à cette idée si simple sur la constitution des éléments photosphériques et sur les transformations qu'ils éprouvent par l'effet des forces auxquelles ils sont soumis.

» Tirons encore cette conséquence, du fait de la rareté relative des grains les plus brillants dans les images photographiques, que le pouvoir lumineux du Soleil réside principalement dans un petit nombre de points de sa surface. En d'autres termes, si la surface solaire était couverte entièrement par les éléments granulaires les plus brillants qu'elle nous montre, son pouvoir lumineux serait, d'après une première approximation sur laquelle nous aurons à revenir, de dix à vingt fois plus considérable.

» Enfin il est une grande question sur laquelle les faits précédents jettent un jour nouveau : c'est la question si souvent débattue de la variation du pouvoir lumineux du Soleil. Il est évident que les taches ne peuvent plus être considérées comme formant l'élément principal des variations que l'astre peut éprouver, et qu'il faudra désormais considérer le nombre et le pouvoir lumineux variable des éléments granulaires, qui peuvent jouer ici un rôle prépondérant. »

COSMOLOGIE. — *Constitution et structure bréchiforme du fer météorique de Sainte-Catherine (Brésil); déductions à tirer de ses caractères, en ce qui concerne l'histoire des roches météoritiques et notamment l'association habituelle du carbone au sulfure de fer.* Mémoire de M. **Daubrée.**

« Depuis que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des observations sur le fer météorique de Sainte-Catherine (Brésil) ([1]), j'ai reçu, dans un nouvel envoi, des morceaux plus volumineux que ceux qu'il m'avait été possible d'examiner. Ces trois nouveaux échantillons, d'un diamètre de 18 et de 22 à 24 centimètres, complètent les faits remarquables que nous avaient appris les échantillons plus petits.

» *Constitution bréchiforme du fer; application à l'histoire des tufs météoritiques.* — Ce que l'on remarque avant tout sur la section polie de chacun de ces échantillons, c'est une structure éminemment bréchiforme, comme celle qui avait déjà été constatée. Malgré sa ténacité, la masse de fer a été réduite en une multitude de fragments anguleux, qui ont ensuite été ci-

([1]) *Comptes rendus,* t. LXXXIV, p. 482 et 1508.

mentés par un réseau de veinules irrégulières, les unes microscopiques, les autres atteignant 20 millimètres de largeur. Sur une section de plus de 300 centimètres carrés, il est difficile de trouver la surface d'un seul qui ne présente soit des fragments désunis, soit un simple *craquelé*. Dans certaines parties, les plans de fissures forment trois systèmes, disposés à angle droit l'un sur l'autre, qui simulent un clivage cubique.

» Beaucoup de ces veines contrastent, par leur teinte jaune de bronze, avec le ton gris rosé du fer nickelé. La substance qui en forme la masse principale se dissout dans les acides, avec dégagement d'hydrogène sulfuré et dépôt de soufre; c'est donc, non un protosulfure, mais bien un sesquisulfure de fer ou pyrrhotine. Le résidu est fortement coloré en noir par du graphite, qui y est mélangé à un état de grande division. On peut constater le mélange en chauffant ce résidu dans un petit tube très-effilé; le soufre se sépare du charbon et vient se condenser à l'extrémité supérieure.

» A leur contact avec le fer, les veines de pyrrhotine présentent parfois une bordure très-mince, mais très-brillante, qui a les caractères du phosphure, nommé *schreibersite*. Ailleurs c'est une lame noire, dont la teinte est due au graphite.

» D'autres veines, beaucoup plus minces que celles de pyrrothine, formant un réseau serré, traversent à la fois le fer métallique et les veines de pyrrhotine : ces dernières sont formées par l'oxyde de fer magnétique, en partie cristallisé.

» Les fragments dans lesquels le fer a été brisé sont encore juxtaposés, de manière à montrer que leur position relative s'est modifiée très-peu après la rupture; parfois leur écart ne dépasse pas $\frac{1}{10}$ de millimètre. Après l'action extraordinairement énergique qui a brisé le fer, les fragments, à peine déplacés, ont donc été ressoudés entre eux. La pyrrhotine est venue les cimenter en partie; ensuite est arrivée la magnétite. Ce qui prouve cet ordre de succession, c'est que des fissures tapissées de la dernière substance traversent la pyrrhotine, aussi bien que le fer lui-même. Le faible déplacement relatif des morceaux peut provenir de ce que la force agissante n'a duré qu'un temps très-court, et qu'ils ont été immédiatement réempâtés.

» Comme fer météorique et bréchiforme, dont les fragments anguleux ont été ressoudés aussi à peu près sur place, je citerai celui de Casey-County (Kentucky).

» J'ajouterai qu'une partie considérable des masses de fer de Sainte-Catherine, peut-être même la plus grande partie, est en très-menus frag-

ments ordinairement anguleux, de la grosseur d'une noix ou d'une noisette, qui sont restés incohérents; c'est à cet état presque pulvérulent qu'il en est arrivé en Europe près de 500 kilogrammes. Presque tous ces morceaux sont enduits à leur surface de magnétite; ils présentent donc les mêmes caractères que les fragments de la brèche dont il vient d'être question, avec cette seule différence qu'ils ne sont pas ressoudés entre eux. Souvent ces fragments présentent des surfaces arrondies qui paraissent avoir été polies ou striées par des frottements intérieurs.

» Beaucoup de ces fragments sont magnétipolaires et d'une manière très-prononcée.

» Quelle qu'en soit la cause, l'état concassé de masses de fer métallique, qui se montre ici d'une manière particulièrement évidente, est très-instructive pour l'histoire des roches météoritiques; elle nous présente la phase première et significative d'un phénomène bien remarquable.

» La rupture une fois produite, rien de plus facile à comprendre que les fragments ainsi formés se soient partiellement arrondis, peut-être par leur frottement mutuel, puis que ces fragments se soient souvent désunis. On s'explique ainsi, par exemple, des conglomérats, tels que celui de la sporadosidère de la Sierra de Chaco, formés de morceaux de fer arrondis et de très-petits grains de fer, associés à des masses pierreuses. En effet, lorsqu'une masse de fer est brisée par l'action de gaz très-comprimés, une partie de ce fer se réduit en très-menus débris, en une sorte de poussière, ainsi qu'on le constate en faisant agir les gaz de la dynamite; il est donc naturel de supposer que du fer a dû se pulvériser également lors de ruptures aussi violentes.

» Une force qui a été assez grande pour briser ainsi en menus fragments du fer métallique et malléable, en agissant non plus sur un métal très-tenace, mais sur une roche pierreuse, a pu et dû réduire cette roche en très-petits débris. La fréquence de brèches météoritiques sur lesquelles l'attention s'est portée depuis longtemps, et qu'Haidinger a qualifiées de *tufs*, analogues aux tufs volcaniques, se conçoit bien facilement, en présence du type du fer de Sainte-Catherine. De même que les fragments de fer, et à plus forte raison, les fragments de roches, d'abord anguleux, se sont arrondis, peut-être comme dans les *conglomérats de frottement* (*Reibungs conglomerat* de Leopold de Buch). L'expérience a, en effet, prouvé que des matériaux anguleux peuvent s'émousser et s'arrondir assez rapidement quand ils frottent les uns contre les autres, même sans le secours d'une très-forte pression. Telle peut être l'origine d'une partie des grains arrondis

que renferment les météorites du type commun (chondrites de Gustave Rose). J'ai montré que la structure globulaire, telle qu'elle se présente dans certains types, comme celui de la météorite d'Ornans, peut être imitée artificiellement et s'expliquer par une sorte de granulation opérée au moment où la substance se solidifie (1). Mais le plus souvent les globules des météorites paraissent être de simples débris, arrondis par le frottement. C'est ce qui résulte de l'examen de ces globules, soit à la loupe, soit au microscope, comme l'a vu M. Gustave Rose (2), et ce que M. Stanislas Meunier a fait clairement ressortir pour plusieurs types, tels que celui de Saint-Mesmin et de Parnallee. D'ailleurs, l'analyse chimique de ces globules montre qu'ils sont de même nature que la pâte qui les enveloppe, et que cette dernière présente cette même substance comme à l'état pulvérisé (3).

» *Cause possible de l'association habituelle du carbone au sulfure de fer, dans les météorites; expérience à l'appui.* — Ainsi qu'on l'a vu plus haut, la pyrrhotine qui cimente les fragments de fer est intimement mélangée de graphite.

» Cette association du graphite au sulfure de fer est très-fréquente dans les météorites; tel est particulièrement le cas pour les rognons de sulfure enveloppés dans le fer de Caille et dans celui de Toluca (Mexique). Dans ce dernier, le carbone très-divisé peut être reconnu à l'œil nu, dans un nodule sulfuré, à cause des taches noires et irrégulières qu'il y forme. D'un autre côté, le graphite des météorites contient souvent du soufre, à un état de combinaison encore inconnu, ainsi qu'il résulte des expériences très-délicates de M. Lawrence Smith. De plus, dans chacune des deux localités dont il vient d'être question, le sulfure est séparé du fer par une écorce mince de phosphure ou schreibersite, lequel est lui-même mélangé de graphite.

» Une association aussi habituelle ne peut être fortuite. Une réaction que j'ai essayée peut en rendre compte Si l'on fait passer du sulfure de carbone à une température rouge sur une barre de fer, celle-ci se recouvre bientôt d'une pellicule d'un jaune de bronze et à éclat métallique. Cette substance est cristalline et l'on y distingue la forme de lames hexagonales bordées de facettes rectangulaires. La substance est soluble dans

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XXVI, p. 95.
(2) *Beschreibung der Meteoriten*, p. 97 et 98, *Pl. IV*, *fig.* 8 et 9.
(3) Si le bisilicate prédomine souvent dans les globules, cela peut provenir de ce qu'ordinairement il est plus tenace que le péridot.

les acides avec dépôt de soufre et présente les caractères de la pyrrhotine. Ce soufre est mélangé de graphite, de même qu'il arrive pour la pyrrhotine des météorites. La réaction a été obtenue en opérant, soit au rouge naissant, soit au rouge prononcé.

» Dans les météorites, le sulfure de fer est donc mélangé de carbone, comme si cette combinaison résultait de l'action du sulfure de carbone sur le fer. C'est une supposition à laquelle était déjà arrivé M. Berthelot, lorsqu'il examina le graphite du fer météorique de Cranbourne ([1]). Dans cette même hypothèse, l'association du carbone au phosphure de fer correspondrait peut-être à l'action du sulfure de phosphore sur le fer métallique. Il est à remarquer que le sulfure et le phosphure renferment du nickel, comme le fer natif auquel ils sont associés. C'est dans des nodules de cette sorte que le sulfure de chrome (daubréelite) a été découvert par M. Lawrence Smith.

» Parmi les actions par lesquelles on peut expliquer la rupture d'une masse aussi tenace, nous ne connaissons guère que celle de gaz fortement comprimés, tels, par exemple, que nous pouvons la produire artificiellement par l'explosion de la dynamite.

» D'après ce qui vient d'être dit, il ne serait pas impossible que les gaz ou vapeurs qui ont produit l'explosion eussent eux-mêmes fourni les substances qui en ont ensuite et immédiatement cimenté les fragments; car l'émanation qui a produit ces substances, et la magnétite en particulier, a pénétré profondément dans les fissures capillaires. Or, c'est exactement ce qui arrive quand les gaz de la dynamite, après avoir brisé et craquelé le fer, y font pénétrer les poussières ambiantes jusque dans les moindres fissures ([2])

Explication de l'oxyde de fer mélangé au fer carburé d'Ovifak. — Comme conséquence de la pénétration de l'oxyde de fer magnétique dans le fer de Sainte-Catherine, je terminerai par une observation relative au fer natif d'Ovifak.

» On sait que ce fer est intimement mélangé, dans certaines parties, d'oxyde de fer, ainsi que l'a reconnu M. Wöhler. La coexistence de cet oxyde de fer avec du fer métallique, qui renferme au delà de 5 pour 100 de carbone, paraissait singulière ([3]); car on ne s'expliquait pas que, si ces

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 422.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 257

([3]) *Comptes rendus.*

masses se sont formées à haute température, l'oxyde n'eût pas été réduit par le carbone, en présence duquel il se trouvait. Mais le fait pourrait s'expliquer très-simplement, d'après ce que nous venons de voir pour le fer de Sainte-Catherine, où l'oxyde de fer résulte d'une action oxydante survenue ultérieurement. Dans le fer nickelé du Brésil, comme dans celui d'Ovifak, la pénétration de l'oxyde magnétique, tant dans le fer métallique que dans la pyrrhotine, est également très-intime dans certaines parties de la masse ([1]).

Écorce de limonite et d'autres produits d'altération. — Beaucoup des échantillons du fer natif de Sainte-Catherine sont enveloppés d'une masse ocreuse, formant une écorce dont l'épaisseur dépasse plusieurs centimètres, et qui pénètre irrégulièrement dans l'intérieur du fer. Cette partie ocreuse est parfois dure, susceptible d'un beau poli, et ne se laisse pas rayer par une pointe d'acier. Parfois cette limonite est cloisonnée, de manière à rappeler la structure bréchiforme de la masse métallique dont elle dérive. En quelques parties, on y distingue un dépôt pulvérulent bleu de phosphate de fer ou vivianite, et un enduit mince jaune verdâtre, qui paraît être aussi un phosphate de fer. Ailleurs c'est un enduit vert de carbonate de nickel hydraté. D'un autre côté, des parties encore brillantes ont résisté à l'oxydation, et consistent soit en schreibersite, soit en un alliage de nickel moins altérable que la masse. Au milieu de toutes les parties ocreuses, se distinguent de très-nombreux grains de quartz hyalin, tels qu'en contient le granite; ils proviennent sans doute de la roche sur laquelle reposait le bloc de fer, quand il s'est oxydé; du mica altéré y est aussi disséminé.

» Ces masses ocreuses sont habituellement magnétipolaires, comme la substance première dont elles dérivent, et dont elles sont sans doute encore mélangées : il y a des passages graduels de l'un à l'autre état.

» L'épaisseur de ces masses, à la fois oxydées et hydratées, doit faire supposer que le fer nickelé de Sainte-Catherine est depuis longtemps soumis à l'action oxydante de l'atmosphère terrestre. Leur formation n'a certainement rien de commun avec celle de l'oxyde magnétique et cristallisé qui s'est insinué dans toutes les parties de la masse, au milieu de conditions toutes différentes, et antérieurement à l'arrivée sur notre globe. »

([1]) Ainsi, en dissolvant la pyrrhotine de Sainte-Catherine dans un acide sans le contact de l'air, on a trouvé, dans la liqueur, du peroxyde de fer, qui est dû sans doute à la présence de l'oxyde magnétique.

BOTANIQUE. — *De l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les bourgeons des* Fœniculum vulgare *et* dulce; par M. A. Trécul.

« Les feuilles de ces plantes sont distiques, et leur gaîne, embrassant complétement la tige à son insertion, reçoit des faisceaux de toute la circonférence de celle-ci. Voyons où commencent les premiers vaisseaux de chaque feuille, et quelle marche ils suivent dans les bourgeons terminaux et dans les axillaires.

» Bourgeons terminaux. — L'embryon est petit et ne contient pas de vaisseaux. Dans des plantules longues de 5 à 6 millimètres, chaque cotylédon contient dans sa nervure médiane un fascicule vasculaire étendu aussi dans la moitié supérieure à peu près du petit axe placé au-dessous. A l'intérieur de cet axe les deux fascicules sont d'abord indépendants l'un de l'autre; mais plus tard, quand il s'est développé un faisceau latéral dans chaque côté des cotylédons, ces quatre derniers faisceaux sont insérés au sommet du petit axe, sur l'intervalle qui sépare les nervures médianes des deux cotylédons; il en résulte au-dessous de cette insertion, sur un court espace, une sorte de lame vasculaire, disposée dans le plan des nervures médianes des cotylédons. Un peu plus bas cette lame, qui a déjà ses plus petits vaisseaux sur les côtés, se bifurque, et il ne subsiste, dans le même plan, que deux faisceaux opposés, dont les plus petits vaisseaux sont tournés vers l'extérieur, comme dans la lame (1).

» La gemmule donne d'abord une petite feuille orientée dans le plan perpendiculaire à celui des cotylédons. J'ai toujours trouvé son premier vaisseau inséré excentriquement près de la base des faisceaux cotylédonaires. Il monte dans la nervure médiane de la feuille, et sur lui s'insèrent les premiers vaisseaux de tous les lobes de celle-ci.

Devant décrire plus loin l'évolution des feuilles, je ne m'y arrêterai ici que pour indiquer la position de leurs vaisseaux basilaires dans la jeune tige; et, pour abréger, je prendrai tout de suite une plantule ayant déjà quatre ou cinq feuilles. Si la dernière est haute d'environ $0^{mm},70$, on pourra trouver au-dessous d'elle, plongé dans les courts mérithalles qui supportent les deux feuilles précédentes, un petit vaisseau libre par les deux bouts : c'est le

---

(1) Je n'indique ici que l'état offert par des plantules très-jeunes; des individus un peu plus âgés avaient les deux faisceaux radiculaires réunis. Je n'ai pas à m'occuper ici de l'accroissement de la racine.

vaisseau basilaire de la nervure médiane de cette feuille. Dans une feuille un peu plus âgée, haute de $1^{mm},05$ à $1^{mm},50$, il existera en outre, mais dans le rachis, au-dessus de la gaîne, un court vaisseau libre aussi par les deux bouts. A un âge plus avancé ce vaisseau supérieur et le basilaire s'unissent et n'en forment qu'un, qui par en haut s'allonge dans la nervure médiane de la feuille, et par en bas va s'insérer, avec les faisceaux des autres feuilles, au voisinage de la base des cotylédons, quelquefois après avoir émis un ou deux rameaux descendants. Les premiers vaisseaux des faisceaux latéraux de la même feuille ne naissent que postérieurement. A cause de cela, on peut trouver dans l'axe, à peu près à la même hauteur que le vaisseau basilaire commençant de la feuille supérieure, des vaisseaux latéraux basilaires de la feuille précédente en voie de formation, libres aussi par les deux bouts, quelquefois déjà appliqués par l'extrémité inférieure contre un faisceau latéral de la feuille antérieure, et arrivant par en haut dans la base de la feuille à laquelle ils doivent appartenir.

» Le même mode de production des premiers éléments vasculaires a lieu sous toutes les feuilles des bourgeons terminaux. Par en haut ils entrent successivement dans la gaîne, et s'y comportent comme je le dirai plus loin en parlant de ceux des bourgeons axillaires; par en bas ils descendent dans la tige, entre les faisceaux des feuilles précédentes, parcourant ainsi les uns un seul mérithalle, les autres deux ou trois, et s'arrêtant, par conséquent, à des hauteurs diverses, en s'unissant aux faisceaux des feuilles sous-jacentes, ordinairement en haut des mérithalles. Là souvent, après s'être reliés à l'un des faisceaux voisins, une branche les continue plus bas, s'interposant aussi aux faisceaux des mérithalles placés au-dessous, et finissant de même à la partie supérieure d'un mérithalle. Mais tous les faisceaux interposés à ceux des mérithalles plus âgés n'ont pas le caractère de simples continuateurs des faisceaux des feuilles supérieures, quelques-uns, très-grêles, pouvant être reliés par en haut et par en bas chacun à deux faisceaux plus forts. C'est qu'en effet, après que les vaisseaux ou faisceaux basilaires des feuilles ont rejoint ceux des mérithalles placés au-dessous, on ne peut plus affirmer qu'ils se sont allongés par en bas, si on ne l'a pas vu, et cela d'autant mieux que leur partie inférieure est quelquefois la plus épaisse. Elle peut être déjà plus grosse avant que la jonction soit opérée. Pour rester dans les limites de l'observation, il convient de dire seulement que, dans les mérithalles inférieurs, de jeunes faisceaux grêles s'interposent aux plus vieux, en se reliant à eux à la jonction des mérithalles. Cela n'est point contraire à la propriété bien constatée qu'ont

les vaisseaux basilaires des feuilles de s'allonger par en haut et par en bas par l'addition de nouvelles cellules vasculaires, et est en harmonie avec la théorie de la formation des vaisseaux et de la partie du corps ligneux qui sont produits sous l'influence du suc descendant.

» Quelque temps après, on constate que tous les faisceaux du pourtour de la moelle s'épaississent horizontalement, par l'apparition de la couche génératrice entre le liber et le système vasculaire. Plus tard encore, il se fait dans la moelle, vis-à-vis de l'insertion de chaque feuille, un plexus fibro-vasculaire transversal, qu'accompagnent des canaux du suc oléorésineux, comme je l'ai dit en 1866 (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 205).

» On voit par ce qui a lieu dans ces *Fœniculum* et dans quelques plantes que j'ai déjà citées, que quand plusieurs faisceaux vasculaires montent de la tige dans la feuille, ils entrent dans celle-ci *successivement* et non *à la fois*, comme cela a été dit.

» Bourgeons axillaires. — Il est à remarquer que les bourgeons axillaires ont leurs deux rangées de feuilles orientées suivant un plan perpendiculaire à celui des feuilles de la tige mère, comme le bourgeon placé entre les cotylédons a les siennes perpendiculaires à celui des cotylédons. De plus, la première feuille du bourgeon axillaire tourne sa face supérieure tantôt à droite, tantôt à gauche.

» L'insertion de ces bourgeons axillaires est des plus dignes d'attention; car leurs faisceaux basilaires embrassent la tige souvent à peu près tout à fait. Dans ce cas, de leurs vaisseaux s'insèrent sur les côtés de tous les faisceaux de la feuille axillante, de sorte que ceux qui sont, par leur extrémité inférieure, au contact des faisceaux de cette feuille les plus éloignés de la base libre du bourgeon, rampent horizontalement dans le tissu de l'aisselle de cette feuille.

» Ces vaisseaux basilaires du bourgeon débutent de deux manières: les uns naissent au contact des faisceaux de la feuille axillante; les autres sont d'abord libres par leurs deux extrémités, et se mettent ensuite en relation avec un faisceau de cette feuille. Dans le premier cas, on peut en trouver de courts, insérés sur des faisceaux plus ou mois distants de la base du bourgeon, et dirigeant leur extrémité supérieure horizontalement vers celui-ci. Il en vient ainsi du côté droit et du côté gauche de l'insertion. Quand ils sont plus longs et plus nombreux, on en voit qui, partis de différents faisceaux de la feuille axillante, s'unissent en un groupe graduellement atténué, et ordinairement terminé, près de la base libre du bourgeon, par un seul vaisseau qui se dresse vers celui-ci. Un groupe semblable peut

exister de chaque côté, mais le premier apparaît au-dessous du dos de la première feuille du bourgeon, qui peut n'avoir que $0^{mm},65$ de hauteur. En entrant dans la base de celui-ci le vaisseau terminal du groupe traverse d'abord le court mérithalle sur lequel repose la première feuille; puis il arrive dans la nervure médiane de cette dernière. Alors, dans l'espace interposé aux vaisseaux basilaires venant de la droite et de la gauche de l'insertion, s'en forment d'autres immédiatement au-dessous du bourgeon. On peut les trouver courts et libres par les deux bouts, ou plus longs et reliés inférieurement à un des faisceaux voisins appartenant à la feuille axillante, ou à deux par une bifurcation, et quelquefois entre eux. Ainsi naît d'abord un premier latéral, qui entre dans la nervure la plus rapprochée de la médiane, puis ensuite un deuxième qui monte dans une nervure plus éloignée de celle-ci, plus tard et plus loin un troisième, etc. Les nervures voisines des bords de la gaîne ne reçoivent leur premier vaisseau que très-tard.

» Dans certains bourgeons qui semblent moins actifs, le premier vaisseau de la nervure médiane de la gaîne monte ainsi graduellement dans le rachis; le vaisseau du premier faisceau latéral de chaque côté arrive ensuite à la hauteur du lobe ou pétiole secondaire inférieur correspondant, y entre et se prolonge dans sa nervure médiane; puis monte le premier vaisseau du deuxième latéral, qui vient aboutir au vaisseau qui entre dans cette nervure médiane secondaire; etc.

» Mais il n'en est pas toujours ainsi. Dans un grand nombre de bourgeons, qui m'ont paru plus actifs, et en particulier dans ceux de l'aisselle des feuilles de très-jeunes rameaux (longs de $12^{mm},00$ à 4 ou 5 centimètres) qui produisent des inflorescences, le premier vaisseau de chaque feuille commence comme dans les bourgeons terminaux. Au-dessous de la première feuille de ces bourgeons axillaires, haute de $0^{mm},70$ à $1^{mm},00$, et plus tard au-dessous de la deuxième, il se forme dans le tissu d'insertion, tout près de la base libre du bourgeon (beaucoup plus rarement dans cette base même) un court vaisseau libre par ses deux bouts, plus ou moins incliné et un peu courbe, dirigeant sa pointe supérieure vers le bas du bourgeon, tandis que l'autre extrémité s'étend à peu près horizontalement et va s'insérer sur un faisceau de la feuille axillante plus ou moins éloigné. A lui s'en ajoutent d'autres qui se terminent plus loin ou plus près sur d'autres faisceaux de la même feuille.

» Quand ce premier vaisseau basilaire est encore court et libre par ses deux bouts, avant qu'il entre dans la base de la feuille à laquelle il est destiné, il naît à l'intérieur de celle-ci, vers la jonction de la gaîne et du rachis

proprement dit, ou un peu plus haut dans ce dernier, un court vaisseau qui, par un bout, monte dans la nervure médiane dorsale, et par l'autre bout descend vers celui qui vient d'en bas. Ordinairement après qu'ils se sont unis, quelquefois avant, le premier vaisseau de la nervure médiane dorsale de chacun des rameaux inférieurs de la feuille se comporte à peu près de même, c'est-à-dire qu'à la hauteur de l'insertion de ces rameaux ou pétioles secondaires, il se fait de chaque côté du faisceau médian dorsal du rachis, à petite distance, un court vaisseau souvent courbé dès son origine, dont l'extrémité supérieure est dirigée vers le bas du rameau correspondant, tandis que le bout inférieur descend dans la gaîne pour rejoindre le basilaire qui monte à sa rencontre.

» D'abord isolés du médian dorsal du rachis, ces vaisseaux latéraux se relient bientôt à lui par une anastomose transversale au niveau des pétioles secondaires ou lobes déjà composés. Quelquefois même, surtout dans la première feuille des jeunes plantes, la nervure médiane des lobes inférieurs, comme le fait toujours celle des lobes supérieurs, s'insère ou va s'insérer tout d'abord sur le faisceau médian dorsal du rachis. Que la nervure médiane de ces lobes se forme de l'une ou de l'autre manière, il part d'auprès d'elle un rameau vasculaire qui descend dans la gaîne, et va au-devant d'un autre basilaire qui y monte, comme avait fait le premier latéral. Pendant que se multiplient les faisceaux latéraux de la gaîne et de la base du rachis qui la surmonte immédiatement, il est produit successivement, de bas en haut de ce rachis et d'arrière en avant, des faisceaux latéraux dans les entre-nœuds qui séparent les divers étages de pétioles secondaires, et à chaque étage tous les faisceaux verticaux du rachis sont reliés transversalement par un plexus vasculaire, comme celui qui existe dans la tige près de l'insertion de chaque feuille (¹). C'est sur ces faisceaux latéraux que s'insèrent les latéraux des pétioles secondaires, à mesure qu'ils sont produits.

» Les faisceaux les plus externes de la gaîne, qui sont ses derniers formés, n'entrent pas dans le rachis; ils se terminent en s'alliant par leur extrémité supérieure avec le latéral du rachis le plus rapproché.

» Les ramifications de la feuille, qui s'atténuent peu à peu de bas en haut, suivant l'ordre de leur génération, ont un nombre de faisceaux graduellement plus petit, réduit à trois longitudinaux dans les lobes supérieurs.

(¹) Il est à noter que *dans les axes* les vaisseaux du plexus transverse, placé près de la base de chaque feuille, naissent plus tard que ceux des plexus transversaux situés dans le rachis de la feuille correspondante.

Je ne m'y arrêterai que pour signaler la production des premiers vaisseaux. Si le premier vaisseau du faisceau médian dorsal d'un lobe d'ordre quelconque de la feuille débute quelquefois au contact de la nervure médiane de la division sur laquelle ce lobe s'insère, il arrive aussi que ce premier vaisseau commence souvent à distance, soit vis-à-vis de l'insertion même du lobe concerné sur la division qui le porte, soit un peu plus haut dans la partie inférieure libre de ce lobe ; il se relie plus tard seulement aux vaisseaux de la nervure médiane de la division sous-jacente. Si ce sont des lobes extrêmes que l'on considère, il se forme ainsi d'abord un vaisseau basilaire, libre par les deux bouts, parfois fixé par son extrémité inférieure, puis un peu après un fragment vasculaire apparaît près du sommet du lobe. L'union de ces deux fragments complète l'ébauche de la nervure médiane. Celle-ci se renfle à sa partie supérieure, ou bien deux courts vaisseaux s'y forment de chaque côté. C'est de là que partent les premiers vaisseaux latéraux de ce lobe ; il en descend un près de chaque bord, mais un vaisseau latéral basilaire vient quelquefois à sa rencontre. Quand ces nervures sont complètes, elles présentent la disposition suivante à l'insertion d'un lobe sur l'autre.

» La nervure médiane du plus grand porte la nervure médiane du plus petit ; la nervure médiane du petit porte la nervure marginale du côté supérieur du plus grand ; cette nervure marginale du plus grand porte la nervure marginale du côté supérieur du petit lobe ; enfin la nervure marginale du côté inférieur ou externe de chaque lobe s'insère sur la nervure médiane du lobe placé au-dessous. La nervure médiane de chaque lobe est en outre reliée aux marginales par des fascicules obliques. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur les ondes et les remous de diverses espèces qui se présentent dans un canal dont le courant est alternativement intercepté ou rétabli, et dont on peut faire varier la profondeur ;* par M. A. DE CALIGNY.

« En 1874, j'ai eu occasion de faire des expériences sur les remous dans un canal rectangulaire en maçonnerie de $0^m,49$ de large, et où la profondeur de l'eau variait de $0^m,16$ à $0^m,125$. La vitesse du filet central de la surface était en moyenne d'environ 1 mètre par seconde; je ne l'ai pas conservée dans mes notes. Je me proposais de répéter quelques expériences de Bidone sur le remous à surface presque horizontale, sauf quelques ondes à l'extrémité du remous qu'il a observé en interrompant brusquement un courant d'eau par la baisse d'une vanne. Je fus très-

étonné de voir que, dans les conditions où j'opérais, ce phénomène ne se produisait pas. Quand on baissait brusquement la vanne, il se produisait, au moins jusqu'à une trentaine de mètres en amont, une série d'ondes entremêlées de creux assez réguliers. Il y a d'abord, en avant, beaucoup d'ondes, dont les premières sont de grandeur analogue chacune à celle d'une onde *solitaire* qui aurait été produite dans un canal de même profondeur. Elles sont suivies d'ondes plus petites, qui finissent par se confondre avec les rides ordinaires du canal; puis, après deux minutes et demie, les rides de l'eau du canal revenaient comme dans un écoulement continu, l'eau passant par-dessus la vanne ou par les défauts de celle-ci. La vitesse de ces grandes ondes ne paraît pas différer beaucoup de celle de l'onde solitaire, quand j'en produisais une dans ce canal.

» J'ai eu occasion, en 1875 et 1876, de répéter ces expériences dans des circonstances diverses, en faisant varier la profondeur des canaux au moyen de vannes noyées. Le même genre de phénomène s'est reproduit, et je ne suis parvenu à retrouver le remous de Bidone que pour des courants beaucoup moins profonds. Ainsi, quand on opère sur un canal factice alimenté par un courant ayant un débit déterminé, il suffit, du moins dans les limites de mes observations, d'augmenter la profondeur de l'eau du canal au moyen d'une vanne noyée d'une hauteur suffisante pour ne plus retrouver le remous de Bidone, quand on intercepte ensuite le courant, d'une manière brusque, par la baisse d'une vanne.

» Quand, au lieu d'intercepter un courant, on levait brusquement une vanne verticale qui fermait l'extrémité d'un canal, il se présentait un autre phénomène qui se faisait aussi sentir à de grandes distances : je veux parler d'un véritable effet d'*écrasement* de la surface de l'eau d'amont. Les choses se passent à peu près, à partir d'une certaine distance, comme si un plan d'une très-grande longueur décrivait un angle d'ailleurs très-petit autour d'un axe horizontal, perpendiculaire à la longueur du courant. On voit, à droite et à gauche du canal, se former des rides qui convergent vers l'axe de ce dernier. Le phénomène des rides convergentes est très-connu pour les cours d'eau permanents; mais il ne paraît pas qu'on l'ait observé pour le cas dont je viens de parler, relativement à la *formation* d'un courant dans un canal de section rectangulaire, quand on lève une vanne. Dans les circonstances où j'ai opéré, la vitesse de propagation de ces rides en amont est plus grande que la vitesse de propagation des ondes précitées qui se formaient lorsque j'interceptais brusquement un courant.

J'attribue l'apparition de celles-ci, à la place des remous de Bidone, à ce que, en général, dans les circonstances où je les ai produites, le courant avait une vitesse moyenne dont la *hauteur due*, selon l'expression des hydrauliciens, était assez petite par rapport à la profondeur de l'eau dans le canal. Il résulte de cette condition, d'après la facilité que les grandes ondes trouvent à se développer, quand les profondeurs de l'eau sont suffisantes, que les circonstances précitées où se sont produites ces ondes sont très-différentes de celles qui se présentent dans un courant tombant librement à l'extrémité d'un canal factice *sans vanne noyée*. Il y a donc lieu de penser que, dans ces dernières conditions, j'aurais pu reproduire le remous de Bidone pour d'assez grandes épaisseurs d'eau, si j'avais eu un courant assez fort à ma disposition.

» Il est intéressant de remarquer que, lorsqu'on produit une onde *négative* d'une grande longueur, en levant, puis baissant une vanne à l'extrémité d'un canal factice, on produit à sa suite une série d'ondes *positives* ayant la même cause que celles dont je viens de parler et dont on n'avait pas, je crois, donné la raison. Les phénomènes, objet de cette Note, se présentent, à certains égards, dans la manœuvre de l'écluse de l'Aubois, avec des différences provenant de la forme du système. Quand l'eau d'aval entre dans l'appareil, il se produit, jusqu'à une grande distance, un *écrasement* assez régulier de la surface de l'eau dans la rigole de décharge. Quand le tube d'aval redescend, il se produit une série d'ondes analogues à celles dont j'ai parlé ci-dessus, mais dont la forme est modifiée par les conditions actuelles du système et de la chambre de ce tube.

» Il ne faut pas confondre les phénomènes dont il s'agit avec l'espèce particulière d'agitation qui se produit dans l'écluse, quand le grand tuyau de conduite de l'appareil débouche, comme à celle de l'Aubois, à l'une des extrémités du sas, et qu'on ne se sert pas des *grandes oscillations initiales et finales, qui changent si essentiellement l'état de la question*. Soit que l'eau entre ou qu'elle sorte, si cela se fait au moyen de périodes assez courtes, on conçoit que, le mouvement qui accumule de l'eau à l'une des extrémités du sas exhaussant le niveau à cette extrémité, il y ait à la fin de chaque période une cause de retour de l'eau, qui est accumulée au-dessus de celle qui la précède. Aussi, quand il n'y avait pas de bateau dans l'écluse et qu'on a voulu mesurer, au moyen de flotteurs disposés aux deux extrémités, l'épaisseur de la tranche d'eau entrée ou sortie à *chaque période*, afin d'essayer de se former une idée du *rendement particulier* de chaque période, on n'a

trouvé que des résultats tout à fait incohérents, les quantités à mesurer n'étant pas assez grandes par rapport aux chances d'erreurs résultant des dénivellations alternatives dont il s'agit. On ne peut obtenir des mesures assez régulières *pour chaque période*, que dans les cas où les ondes sont convenablement amorties par les plus grands bateaux chargés et quand les expériences sont en assez grand nombre, comme l'ont été celles de M. l'Inspecteur général Vallès.

» J'ai d'ailleurs ajourd'hui un moyen d'obtenir directement des mesures *cubiques*, en transformant la rigole de décharge, au moyen d'une porte de flot, en bassin de jauge. Cela est, il est vrai, au désavantage de l'appareil, à cause des variations de niveau dans ce bassin, ce dont au reste on peut tenir compte. On s'est assuré par ce moyen, en répétant suffisamment les expériences, qu'un seul homme peut, sans se fatiguer, manœuvrer les deux tubes mobiles *assez vivement* pour obtenir un rendement aussi grand que celui qui avait d'abord été obtenu au moyen de plusieurs hommes, si l'on met l'appareil dans les mêmes conditions. Quelques modifications ont été faites depuis la publication des dessins. On peut obtenir directement, au moyen de ce bassin de jauge, une mesure rigoureuse de la quantité d'eau relevée de ce bassin dans l'écluse pendant le remplissage. Quant à la vidange, pour connaître la quantité d'eau relevée au bief supérieur, il suffit de prendre la différence entre le volume d'eau sorti de l'écluse et celui qui est descendu dans le bassin de jauge. Il n'y a de chance d'erreur qu'une seule fois pour chaque opération *totale* de remplissage ou de vidange, et encore on a tout le temps nécessaire pour laisser reposer les surfaces, de manière à prendre des mesures rigoureuses à la fin de chaque opération *totale* (1). »

---

(1) Dans ma Note du 26 novembre dernier, j'ai expliqué comment on pouvait, au moyen d'un plan incliné, amortir les ondes de ce bassin de jauge ou bassin d'épargne. J'ai fait quelques tentatives sur un canal factice pour utiliser ces ondes dans le cas où l'on se sert ainsi d'un bassin d'épargne. En disposant sur un plan incliné des surfaces verticales convergentes, j'ai pu faire produire aux ondes *solitaires*, analogues à celles qui résultent de la vidange des tubes verticaux de cet appareil, des espèces de *coup de bélier*, versant, au sommet des plans inclinés dont il s'agit, une partie notable de la masse d'eau de ces ondes. Je n'attache d'ailleurs aucune importance bien sérieuse, pour le cas dont il s'agit, à ce moyen de se débarrasser d'une certaine quantité d'eau, en la faisant jaillir; mais il peut être intéressant, si toutefois cela n'a pas déjà été fait, de signaler ce moyen d'élever de l'eau par la force des vagues, que j'ai varié de diverses manières.

CHIMIE. — *Sur la condensation des gaz réputés incoercibles.* Note de M. L. CAILLETET.

« J'ai poursuivi mes expériences sur la liquéfaction des gaz et je suis heureux d'annoncer à l'Académie que j'ai réussi à liquéfier l'azote et l'air atmosphérique. L'hydrogène lui-même fournit des indices de liquéfaction, comme je vais le dire tout à l'heure.

» Voici quelques détails sur mes essais :

» *Azote.* — L'azote pur et sec, comprimé vers 200 atmosphères à la température de + 13°, puis subitement détendu, se condense de la manière la plus nette; il se produit d'abord une matière semblable à un liquide pulvérisé, en gouttelettes d'un volume appréciable, puis ce liquide disparaît peu à peu des parois vers le centre du tube, en formant à la fin une sorte de colonne verticale dirigée suivant l'axe du tube lui-même. La durée totale du phénomène est d'environ trois secondes.

» Ces apparences ne laissent aucun doute sur le caractère véritable du phénomène; j'avais fait d'abord l'expérience chez moi, à la température de — 29°, et je l'ai répétée hier, 30 décembre, un grand nombre de fois au laboratoire de l'École Normale, en présence de plusieurs savants et Membres de l'Académie, parmi lesquels je suis heureux de citer, avec son assentiment, le vénéré M. Boussingault.

» *Hydrogène.* — L'hydrogène a toujours été regardé comme le gaz le plus incoercible, à cause de sa faible densité et de la conformité presque complète de ses propriétés mécaniques avec celles des gaz parfaits. Aussi n'est-ce qu'avec une extrême défiance du résultat que je me suis décidé à le soumettre aux mêmes épreuves qui ont déterminé la liquéfaction de tous les autres gaz.

» Dans mes premiers essais, je n'avais rien reconnu de particulier; mais, comme il arrive souvent dans les sciences expérimentales, l'habitude d'observer les phénomènes finit par en faire reconnaître les signes dans des conditions où ils avaient d'abord passé inaperçus.

» C'est ce qui arrive pour l'hydrogène. En répétant aujourd'hui même, en présence de MM. Berthelot, H. Sainte-Claire Deville et Mascart, qui veulent bien m'autoriser à invoquer leur témoignage, j'ai réussi à observer des indices de liquéfaction de l'hydrogène, dans des conditions d'évidence qui n'ont paru douteuses à aucun des savants témoins de l'expérience Celle-ci a été répétée un grand nombre de fois. En opérant avec de l'hy-

drogène pur comprimé vers 280 atmosphères, puis brusquement détendu, nous avons vu se former un brouillard excessivement fin et subtil, suspendu dans toute la longueur du gaz et qui disparaissait subitement. La production même de ce brouillard, malgré son extrême subtilité, a paru incontestable à tous les savants qui ont vu aujourd'hui cette expérience et qui ont pris soin de la faire répéter à plusieurs reprises, de façon à ne conserver aucun doute sur sa réalité.

» *Air.* — Ayant liquéfié l'azote et l'oxygène, la liquéfaction de l'air est par là même démontrée: cependant il m'a paru intéressant d'en faire l'objet d'une expérience directe, et, comme on pouvait s'y attendre, elle a parfaitement réussi. Je n'ai pas besoin de dire que l'air avait été préalablement séché et privé d'acide carbonique. Ainsi se trouve confirmée l'exactitude des vues émises par le fondateur de la Chimie moderne, Lavoisier, sur la possibilité de faire revenir l'air à l'état de liquidité, en produisant des matières douées de propriétés nouvelles et inconnues, vues rappelées avec tant d'à-propos, dans la dernière séance, par notre illustre Secrétaire perpétuel.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de témoigner toute ma reconnaissance à M. Berthelot et à mon cher maître M. H. Sainte-Claire Deville, pour tous les encouragements qu'ils ont bien voulu me donner, ainsi que pour l'hospitalité si bienveillante que j'ai toujours reçue au laboratoire de l'École Normale. »

« M. **Berthelot** déclare qu'il a été témoin, hier et aujourd'hui, des expériences de M. Cailletet, sur l'azote et sur l'hydrogène. La liquéfaction de l'azote ne lui paraît laisser place à aucune incertitude, d'après la succession des phénomènes qui viennent d'être si nettement décrits.

» Les observations faites avec l'hydrogène ont fourni des signes non douteux, à ses yeux, de la liquéfaction de ce gaz, quoique moins complets et plus difficiles à saisir qu'avec l'azote. En effet, d'après leur aspect et leur courte durée, ils représentent surtout le degré d'atténuation de la poussière liquide qui se produit vers la fin des phénomènes reconnus sur l'azote, c'est-à-dire dans la période qui précède immédiatement l'évanouissement du brouillard. L'extrême ténuité des particules liquéfiées qui constituent ce brouillard d'hydrogène, sorte de lueur disséminée, aussi bien que leur retour plus rapide à l'état gazéiforme, sont en parfait accord avec les propriétés comparatives de l'hydrogène et des autres gaz.

» Un mot encore, pour achever de définir les expériences de M. Cailletet.

Ce qui leur donne leur caractère et leur certitude propre, c'est qu'elles manifestent et permettent de comparer, *dans un même espace transparent et limité*, le gaz *sous ses trois états successifs* : de fluide élastique comprimé, de liquide pulvérisé, et de fluide en grande partie détendu. Ajoutons la facilité avec laquelle chaque expérience peut être répétée aussitôt, et autant de fois qu'on le désire, de façon à reproduire et à étudier séparément les diverses circonstances du phénomène.

» On ne peut guère démontrer davantage en pareille matière; du moins, jusqu'au jour où quelque savant, instruit par les découvertes actuelles, réussira à isoler dans l'état statique de liquides stables et susceptibles d'être maintenus d'une manière permanente devant le regard, — ce que personne n'a réussi à faire à l'heure présente, — les gaz qui viennent d'être liquéfiés, pour la première fois, par M. Cailletet, dans l'état dynamique, si je puis m'exprimer ainsi; c'est-à-dire dans l'état de liquides qui ne se forment sous l'œil de l'observateur que pour s'évaporer aussitôt. »

« M. de Lesseps annonce à l'Académie que le personnel de la première station scientifique et hospitalière de l'Association internationale africaine, fondée par le roi des Belges, vient d'arriver à Zanzibar.

» Il a rencontré, avant de s'engager dans son expédition, destinée à former un établissement sur les bords du lac Tangianika, l'intrépide voyageur Stanley, qui, de simple reporter d'un journal américain, envoyé à la recherche de Livingstone, est devenu un des plus illustres explorateurs de l'Afrique centrale.

» Stanley a bien voulu donner d'excellents conseils et d'utiles renseignements à notre station hospitalière.

» Nous espérons que, l'année prochaine, le Comité français de l'Association internationale pourra envoyer dans l'Afrique centrale le personnel d'une nouvelle station, combinant ses efforts avec la mission belge. »

« M. de Lesseps donne lecture du Rapport suivant, qui lui a été adressé, au sujet d'un orage qui a éclaté la nuit du 23-24 octobre 1877 dans la partie sud du canal de Suez :

« Un violent orage, accompagné d'une pluie torrentielle, a éclaté, dans la nuit du 23 au 24 octobre dernier, sur la région montagneuse qui borne au nord-ouest la ville de Suez, et a déterminé une inondation qui a causé quelques dégâts.

» Cet orage paraît avoir eu son centre de violence sur les derniers plateaux qui terminent, vers le sud-est, la chaîne des collines du Geneffé et celle de l'Attaka. Ces collines forment, à l'ouest de la vallée que suivent, entre les lacs Amers et la mer Rouge, le canal de Suez, le

canal d'eau douce alimentant la ville de Suez et l'ancien canal des Pharaons, trois dépressions distinctes dont les pertes sont dirigées vers le sud-est.

» Une carte annexée à la présente Note indique la marche suivie par les masses d'eau qui sont tombées.

» Les deux torrents les plus rapprochés de Suez se sont frayés deux passages vers la mer Rouge, au nord et à l'ouest de la ville de Suez, en coupant en plusieurs points les remblais du chemin de fer et ceux du canal d'eau douce, et en détruisant trois cents maisons du village d'Arbaïn, faubourg de Suez.

» Enfin le torrent le plus septentrional, formé par l'accumulation des eaux tombées sur les versants est de la chaîne de Macassarahiet, après avoir également coupé la voie ferrée, le canal d'eau douce et l'ancien lit du canal des Pharaons, a été arrêté par les berges du grand canal maritime à l'ouest duquel il a formé, en quelques heures, un lac artificiel de plusieurs kilomètres carrés de surface, cubant environ *cinq millions* de mètres. Ce chiffre donne une idée de l'énorme volume des eaux fournies par l'orage.

» La pluie a recommencé, mais avec bien moins de violence, dans la nuit du 26 au 27 octobre, de $9^h 30^m$ du soir à 3 heures du matin. L'orage ne s'est pas étendu aux régions septentrionales de l'isthme; Ismaïlia et Port-Saïd ont reçu, cette fois, très-peu d'eau.

» Le 25 mai 1875, de grandes pluies étaient tombées sur le centre de l'isthme, sans atteindre la région de Suez; le 19 janvier et le 15 mai 1876, les pluies n'avaient couvert que Port-Saïd et la région nord du canal. »

« M. P. Gervais fait hommage à l'Académie de la description, accompagnée de planches, de l'Échidné de la Nouvelle-Guinée, dont il a parlé dans ses précédentes Communications, sous la dénomination d'*Acanthoglossus Bruijnii*. Il a ajouté à cette description quelques notes relatives à un animal de la même famille et du même pays, mais moins différent de l'Echidné d'Australie, que M. Ramsay a récemment signalé, en l'appelant *Echidna Lawesii*. Ce dernier a été découvert près du port Moresby. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le Concours du prix Fourneyron, à décerner en 1879.

MM. Phillips, Rolland, Tresca, Morin, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Dupuy de Lôme, de Saint-Venant.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le Concours du prix Vaillant, à décerner en 1879.

MM. Dumas, Chevreul, Faye, Bertrand, Pasteur réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Lœwy, Cl. Bernard, Decaisne, Mouchez.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le Concours du prix Valz, à décerner en 1878.

MM. Faye, Mouchez, Lœwy, Janssen, Puiseux réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Liouville, Villarceau.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Cinématique et dynamique des ondes courantes, sur un sphéroïde liquide. Application à l'évolution de la protubérance elliptique autour d'un sphéroïde déformé par l'attraction d'un astre éloigné.* Note de M. **Em. Guyou**, présentée par M. Y. Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Villarceau, Puiseux.)

« L'épicycloïde engendrée par un point lié à une circonférence de rayon ρ, qui roule intérieurement sur une circonférence de rayon ρ', a pour équations

$$X = R\sin\theta - r\sin n\theta,$$
$$Y = R\cos\theta + r\cos n\theta,$$

si l'on pose $R = \rho' - \rho$ et $n = \frac{R}{\rho}$; l'auteur ne considère, dans tout le cours du Mémoire, que les épicycloïdes intérieures accourcies, pour lesquelles n est un nombre entier.

» A chaque point X, Y de la courbe correspond un point du cercle R, défini par ses coordonnées polaires R et θ, et appelé *centre orbitaire;* si l'on imagine que chacun des points de la courbe, considéré isolément, se mette à tourner, autour de son centre orbitaire, avec une vitesse angulaire constante ε, on voit aisément qu'aux yeux d'un observateur, qui serait placé assez près de la figure pour suivre chacun des points dans son mouvement orbitaire, la courbe subirait, en chaque point, des déformations périodiques continuelles, tandis qu'aux yeux d'un observateur assez éloigné pour ne plus distinguer que la forme générale de la courbe sur laquelle

ces points seraient répartis, cette courbe semblerait tourner uniformément avec une vitesse angulaire $\frac{\varepsilon}{n+1}$ autour de son centre; enfin, en rapportant le mouvement général à des axes animés d'une vitesse de rotation uniforme $\frac{\varepsilon}{n+1}$, on reconnaît aisément qu'un observateur, entraîné par ces axes, verrait tous les points de la courbe s'écouler d'un mouvement continu le long d'une épicycloïde fixe.

» Si, maintenant, dans l'intérieur d'un cercle de rayon A, autour duquel serait tracée une épicycloïde définie par les paramètres n et $H = r$, on traçait des cercles de rayons décroissants de A à zéro et, sur chacun d'eux, une épicycloïde d'un même nombre d'ondes semblablement placées et dont le rayon orbitaire serait défini par une relation $r = f(R)$, chacun des points de l'aire enfermée par l'épicycloïde extérieure serait donné par les équations

$$X = R \sin\theta - f(R) \sin n\theta,$$
$$Y = R \cos\theta + f(R) \cos n\theta,$$

dans lesquelles on ferait varier R de zéro à A, et θ de zéro à 2π.

» Chacun des points de la figure étant ainsi défini par un centre orbitaire propre (R, θ), si l'on imagine que tous se mettent à tourner uniformément, avec une vitesse angulaire ε, autour de leurs centres orbitaires respectifs, chaque élément superficiel subira des déformations et des déplacements périodiques qui se traduiraient, aux yeux d'un observateur entraîné par des axes animés d'une vitesse de rotation égale à $\frac{2}{n+1}$, par l'aspect de l'écoulement permanent d'une surface fluide, suivant des filets épicycloïdaux; la loi de continuité ou d'homogénéité serait vérifiée, quel que soit ε, par la relation $f(R) = H\left(\frac{R}{A}\right)^n$, et, dans cette circonstance, la surface dont il s'agit pourra être considérée comme une section détachée par un plan dans une masse liquide.

» On peut, dès lors, imaginer une masse liquide de forme extérieure telle, que toutes les sections obtenues par des plans parallèles soient des épicycloïdes de même nombre d'ondes, dans l'intérieur desquelles existerait le mouvement oscillatoire que nous venons de définir : mouvement général, qui en serait la conséquence, vérifierait rigoureusement, au point de vue cinématique, les lois des mouvements des liquides. Si, en particulier, on applique ces principes au cas de l'ellipsoïde, le mouvement oscillatoire des diverses particules se traduit, aux yeux de l'observateur, par

l'évolution apparente de la *forme* de la masse liquide envisagée, autour d'un axe perpendiculaire au plan général des orbites moléculaires.

» L'auteur du Mémoire applique la théorie qui précède aux ondes courantes, sur un sphéroïde liquide dont les molécules exercent les unes sur les autres l'attraction newtonienne, et en déduit, comme un cas particulier, la théorie de la houle trochoïdale; il fait voir enfin que le mouvement oscillatoire de l'ellipsoïde peut être considéré comme une première solution approximative du problème des marées produites, sur un sphéroïde liquide, par un astre éloigné. »

M. J. **Boussingault** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Étude sur les fonctions physiques des feuilles, transpiration; absorption de la vapeur aqueuse, de l'eau, des substances salines ».

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Decaisne, Duchartre.)

M. **Grand'Eury** adresse, par l'entremise de M. Daubrée, un Mémoire sur la formation de la houille et du terrain houiller.

(Commissaires : MM. Decaisne, Fremy, Daubrée.)

M. **Le Doré** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. **Jacquet** adresse une « Note sur le calcul des sinus et des cosinus naturels, en fonction du rayon égal à l'unité divisée en un nombre de parties égales, marqué par une puissance de 10 ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de l'article suivant, inséré dans le *Journal de Genève*, du 29 décembre, concernant une nouvelle expérience de liquéfaction de l'oxygène, effectuée par M. *R. Pictet*.

« Dans la soirée de jeudi, l'expérience de la liquéfaction de l'oxygène a été répétée, pour la quatrième fois, par M. Raoul Pictet.

» A 10 heures précises, le manomètre, qui était monté à 560 atmosphères, redescendit en

quelques minutes à 505, pour rester ensuite stationnaire à ce chiffre pendant plus d'une demi-heure, indiquant par cette diminution dans la pression le passage d'une partie du gaz à l'état liquide, sous l'influence des 140 degrés de froid auquel il était soumis.

» Le robinet fermant l'orifice du tuyau fut alors ouvert et un jet d'oxygène s'échappa avec une violence extraordinaire.

» Un rayon de lumière électrique, projeté sur le cône d'écoulement, permit de constater que le jet se composait surtout de deux parties distinctes : l'une centrale, longue de quelque centimètres, dont la blancheur accusait des éléments liquides ou même solides ; l'autre extérieure, dont la teinte bleue indiquait le retour de l'oxygène, comprimé et gelé, à l'état gazeux. »

MÉCANIQUE. — *Quelques observations au sujet d'une Note de M.* Boussinesq *sur les conditions aux limites dans le problème des plaques élastiques.* Note de M. **Maurice Lévy.**

« **1.** M. Boussinesq a publié, aux *Comptes rendus* du 17 décembre, une Note qui commence ainsi :

« Dans un Mémoire publié en juillet, août et septembre de cette année, au *Journal de Mathématiques*, M. Maurice Lévy conteste (p. 231) la possibilité de *fondre en une seule*, comme je l'ai fait en 1871, les deux conditions de Poisson qui coneernent les efforts tranchants et les couples de torsion appliqués au cylindre contournant d'une plaque mince; il rejette *cette fusion* au moyen de laquelle j'avais pu mettre d'accord l'analyse de Poisson, *sans en rien supprimer*, avec celle de Kirchhoff. Je me propose de montrer que la critique de M. Lévy ne *résiste pas à l'examen*, et que les résultats de ses propres calculs viennent confirmer la méthode qu'il combat. » (Les passages en italiques sont soulignés par moi.)

» **2.** Il est certain, c'est une question de pure analyse sur laquelle il ne peut pas y avoir deux opinions, qu'en général les trois équations à la surface de Poisson sont distinctes. Comment donc M. Boussinesq justifiera-t-il cette assertion, que, sans rien retrancher de la théorie de Poisson, il a pu retrancher l'une des trois conditions à la surface de Poisson ? Sera-ce en soutenant que deux conditions à la surface, c'est *approximativement* la même chose que trois conditions à la surface ? Au fond, toute la thèse contenue dans son Mémoire de 1871, et maintenue dans la Note à laquelle j'ai l'honneur de répondre, n'est et ne peut être que cela. Et lorsque je prétends que la *fusion*, pour me servir du langage même de M. Boussinesq, qui revient, en définitive, à remplacer trois équations parfaitement distinctes par l'une d'entre elles et une combinaison *particulière* des deux autres, est en soi chose inadmissible, M. Boussinesq répond qu'il va prouver que ma critique ne résiste pas à l'examen.

» Malheureusement il n'a oublié qu'une chose, c'est de l'examiner.

Je demande à l'Académie la permission de réparer cette omission le plus brièvement possible.

» 3. Supposons la plaque horizontale et admettons, comme on le fait, que les pressions exercées sur chaque génératrice du cylindre qui la termine se composent : 1° d'une force verticale (effort tranchant); 2° d'un couple dont le plan est normal à ce cylindre (couple de flexion); 3° d'un couple dont le plan est tangent à ce même cylindre (couple de torsion).

» Les conditions à la surface de Poisson consistent à exprimer que l'effort tranchant ci-dessus, qu'on pourrait appeler l'effort tranchant *extérieur*, fait équilibre à l'effort tranchant *intérieur*, c'est-à-dire à la quantité analogue exprimée au moyen des forces élastiques; que, de même, il y a équilibre, sur la surface terminale, entre les couples de flexion extérieur et intérieur et entre les couples de torsion extérieur et intérieur.

» M. Boussinesq, lui, fait tourner chacun des couples de torsion dans son plan, de façon que les forces qui le composent deviennent verticales et se *fondent* (se composent statiquement) avec les efforts tranchants. Et alors il n'exprime plus que deux conditions à la surface : celle relative aux nouveaux efforts tranchants et celle relative aux couples de flexion.

» Eh bien, s'il est permis de déplacer des couples, dans leurs plans, lorsqu'ils agissent sur un système invariable, cela n'est plus permis quand ils agissent sur un corps élastique. Et les singulières conséquences qu'entraîne la méconnaissance de ce principe de Statique élémentaire sont palpables lorsqu'on les applique à une plaque fixée par tout le pourtour de son plan moyen; car alors les couples de torsion, dans leur position véritable, c'est-à-dire quand ils agissent sur les génératrices du cylindre terminal, font dévier ces génératrices et, par suite, produisent des déplacements et des pressions dans toute la plaque; dans leur seconde position, au contraire, étant appliqués aux divers points du pourtour moyen lesquels sont supposés fixes, ils ne produisent plus rien (si ce n'est des pressions sur les appuis).

» A cela, M. Boussinesq répond que leur effet est limité à une petite zone voisine du pourtour, et constitue une *perturbation locale* qui s'efface à une petite distance du bord.

» Je pourrais faire observer d'abord que j'ai le droit, surtout lorsque je raisonne sur une théorie générale, de supposer ces couples de torsion aussi considérables que je le veux; il arrivera alors que si on les néglige on s'expose à négliger, près des bords, des pressions bien plus grandes que celles dont on a tenu compte, des ruptures même. Il faudrait donc conclure que

des ruptures près des bords ne sont pas des ruptures, mais des perturbations locales.

» Mais il y a bien plus : si l'on se bornait à faire tourner ainsi, dans leurs plans, les couples de torsion agissant à la surface cylindrique de la plaque, on n'aurait nullement conquis le droit que se donne M. Boussinesq de n'écrire que deux conditions à la surface. Pour avoir ce droit, il faut faire subir le même déplacement aux couples de torsion agissant *sur tous les éléments superficiels verticaux pris à l'intérieur de la plaque*. En effet, à faire ce déplacement à la surface seulement, qu'a-t-on gagné? Au lieu d'avoir, comme dans le principe, un effort tranchant, un couple de flexion et un couple de torsion, on n'a plus, sur le pourtour, que les deux premières de ces catégories de forces; le couple de torsion est devenu nul, étant *fondu* avec les efforts tranchants. Mais il n'en faudra pas moins toujours trois conditions à la surface pour exprimer : 1° l'équilibre entre les efforts tranchants extérieur et intérieur; 2° l'équilibre entre les couples de flexion extérieur et intérieur; 3° la *nullité du couple de torsion intérieur*, puisque ce couple doit faire équilibre au couple de torsion extérieur, lequel est maintenant nul.

» C'est cette dernière condition dont M. Boussinesq s'affranchit. Que faut-il pour que ce soit permis? Concevons à l'intérieur de la plaque un cylindre S infiniment voisin de celui qui la termine. Comme, en général, les couples de torsion, sur cette surface, ne sont pas nuls, puisqu'on n'exprime pas qu'ils le sont, il faut, pour n'avoir pas à les considérer, les faire tourner aussi dans leurs plans de façon à les fondre avec les efforts tranchants; autrement il y aurait une différence *finie* entre les couples de torsion de deux éléments superficiels infiniment voisins, ce qui est absurde. Ceci revient à dire qu'il faut faire tourner, sur le bord, non-seulement les couples de torsion extérieurs, mais aussi les couples de torsion intérieurs. M. Boussinesq le fait bien; mais cela ne suffit nullement. En effet, partant de ce cylindre S, et prenant encore un cylindre infiniment voisin et d'ailleurs quelconque S', on reconnaîtra, comme on l'a fait pour le cylindre S, qu'il faudra aussi faire tourner les couples de torsion sur toute la surface de ce nouveau cylindre, et ainsi de suite, on montrera de proche en proche qu'il faut les tourner sur tout élément superficiel vertical pris à l'intérieur de la plaque.

» M. Boussinesq concède que là où l'on tourne ainsi les couples de torsion on produit des perturbations locales; mais, comme je viens de prouver qu'on est forcé de les tourner non-seulement sur les bords, comme

le suppose M. Boussinesq, mais partout, c'est donc partout qu'on apportera des perturbations locales, c'est dire qu'on n'exprimera, *à aucun degré*, les conditions du problème d'équilibre ou de mouvement qu'on avait en vue; j'ajoute qu'on n'exprimera non plus les conditions d'aucun autre problème; on posera des équations qui ne répondront à aucune distribution de forces dont on puisse se faire une idée claire et précise. »

MÉCANIQUE. — *Sur un théorème de M.* Villarceau; *remarques et conséquences.* Note de M. **Ph. Gilbert**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« **1.** Dans le cas d'un point libre, ce théorème [1] s'exprime par l'équation

$$v^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2r^2}{dt^2} - \mathrm{P}r\cos\overline{\mathrm{P}r}, \tag{1}$$

la masse du point étant 1, v sa vitesse, r sa distance OM à une origine fixe O, P la force motrice, $\overline{\mathrm{P}r}$ l'angle compris entre sa direction et celle du rayon r. Dans une Note au sujet de ce théorème, M. Clausius rappelle [2] qu'il a trouvé l'égalité, plus générale, suivant lui,

$$\frac{dx^2}{dt^2} = -\mathrm{X}x + \frac{d^2x^2}{dt^2}.$$

Je vais montrer, contrairement à cette opinion, que les deux propositions ont *exactement* la même étendue. Dans l'équation (1), le premier membre, et par suite le second, sont indépendants du point choisi pour l'origine O; si donc je déplace cette origine d'une quantité infiniment petite suivant un axe quelconque Ox, la variation du second membre sera nulle, et j'aurai

$$\frac{1}{2}\frac{d^2(\delta r^2)}{dt^2} - \mathrm{P}\delta(r\cos\overline{\mathrm{P}r}) = 0;$$

mais on voit sans peine que

$$\delta r^2 = -2r\,\delta x\cos\overline{rx},\quad \delta(r\cos\overline{\mathrm{P}r}) = -\delta x\cos\overline{\mathrm{P}x},$$

et, en supprimant le facteur $-\delta x$, l'équation devient

$$\frac{d^2(r\cos\overline{rx})}{dt^2} - \mathrm{P}\cos\overline{\mathrm{P}x} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{d^2x}{dt^2} = \mathrm{X},$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, 1872, p. 232.

(2) *Ibid.*, p. 614.

équation dont celle de M. Clausius n'est qu'une transformation très-simple.

» 2. L'équation (1) se transforme commodément pour certains problèmes. Désignons par μ l'*angle conique*, décrit par le rayon r, à partir d'une position donnée. A cause de la relation $ds^2 = dr^2 + r^2 d\mu^2$, l'équation (1) prendra, après quelques simplifications, la forme

$$(2) \qquad \frac{d^2 r}{dt^2} = r\frac{d\mu^2}{dt^2} + P_r,$$

P_r étant la projection de la force sur le rayon r. Remarquons que cette formule subsiste si le point est assujetti sur une courbe ou une surface dont la réaction N soit normale au rayon r; par exemple, sur une surface conique ayant son sommet en O et n'exerçant aucun frottement, car le terme N_r correspondant à cette réaction sera nul dans (2). Cette équation fournit immédiatement la solution de certains problèmes où μ est donné en fonction du temps, comme celui du mouvement d'un point pesant dans un tube rectiligne qui décrit un cône droit autour de la verticale ([1]), et une foule d'autres du même genre.

» 3. Si le point se meut sur une surface sphérique de centre O, N étant la réaction *normale* de la surface, prise positive vers l'extérieur, négative vers l'intérieur, r étant constant, l'équation (1) devient

$$(3) \qquad v^2 = -(P_r + N)r.$$

Cette expression de la force vive est assez curieuse, en ce qu'*elle subsiste même si l'on tient compte du frottement, de la résistance de l'air*, etc.; car les termes introduits dans l'équation (1) par ces réactions tangentielles sont nuls évidemment ($\cos\overline{Pr} = 0$). On en conclut que $P_r + N$ est toujours négatif, et, si $P = 0$, on a

$$N = -\frac{v^2}{r}.$$

Plus généralement, supposons que la force motrice P admette une fonction des forces $\varphi(x, y, z)$, homogène de degré k en x, y, z, en sorte que l'on ait

$$X dx + Y dy + Z dz = d\varphi,$$

$$Pr\cos\overline{Pr} = Xx + Yy + Zz = x\frac{d\varphi}{dx} + y\frac{d\varphi}{dy} + z\frac{d\varphi}{dz} = k\varphi.$$

([1]) Voir mon *Cours de Mécanique*, p. 317.

L'équation (3) donnera, même quand il y a frottement,

$$v^2 = -(Nr + k\varphi).$$

Si, de plus, le frottement est négligeable, l'équation de la force vive $v^2 = 2\varphi + h$ aura lieu, et, en éliminant v^2, on aura N exprimé directement au moyen de φ :

$$N = -\frac{(k+2)\varphi + h}{r}.$$

» Dans le cas d'un point pesant, l'axe des z étant vertical, $\varphi = gz$ et $k = 1$, on retrouve l'expression connue de la pression N. *Si les forces qui agissent sur le point sont normales à trois plans diamétraux rectangulaires et en raison inverse du cube de la distance à ces plans, la pression est constante* ($k = -2$). Observons enfin que l'équation (3) subsiste encore, lorsque le carré de la distance du mobile à l'origine varie proportionnellement au temps, au lieu d'être constant. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau genre d'oiseau de proie nocturne provenant de Madagascar.* Note de M. ALPH. MILNE-EDWARDS. (Extrait.)

« Dans une Note présentée à l'une des dernières séances de l'Académie [1], j'ai montré que le genre Phodilus devait être séparé des oiseaux de proie nocturnes dont on a constitué la famille des Strigidés ou Effraies, et qu'il devait se ranger parmi les Bubonidés à côté des Syrnium. Le petit groupe des Strigidés se trouverait donc réduit au seul genre Strix, si la découverte, faite à Madagascar, d'une espèce jusqu'ici inconnue, ne venait pas combler le vide ainsi formé.

» Cet oiseau, bien que différent des Effraies, appartient au même type zoologique; il a été envoyé à M. Grandidier par M. Soumagne, consul honoraire de France à Tamatave, et ses caractères anatomiques nécessitent l'établissement d'un genre nouveau auquel je proposerai de donner le nom d'*Heliodilus* [2].

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 17 décembre 1877.

[2] De δειλός, craintif et ἥλιος, soleil, qui craint le soleil.

M. Grandidier a donné à l'espèce unique qui compose ce genre le nom de *H. Soumagnei*, et il lui assigne les caractères suivants : « Ce Strigidé est tout entier d'un roux ferrugineux moucheté de noir. Chaque plume des parties supérieures porte le long du rachis deux ou trois taches foncées, plus nombreuses, mais moins grandes sur la tête que sur le

» L'Héliodile est un Strigide à pattes robustes, à ailes plus courtes et à tête plus large que les Effraies. Tous les caractères essentiels du crâne de ces derniers oiseaux se retrouvent dans notre genre malgache; on remarque toutefois un développement plus considérable dans toute la portion occipitale; la lame post-orbitaire se prolonge davantage en dehors : aussi la fosse temporale est-elle plus profondément encaissée. Le bec est plus large à sa base et les branches du maxillaire inférieur offrent moins de hauteur. Le sternum est faible et indique peu de puissance alaire. Il ressemble beaucoup à celui des *Strix;* il est cependant plus bombé, mais. de même que chez ceux-ci, son bréchet est peu élevé et renflé en avant, son bord postérieur est un peu échancré de chaque côté de la saillie médiane.

» Les bords latéraux sont très-concaves et portent seulement quatre facettes costales, car les deux premières côtes sont styliformes et flottantes; les troisième, quatrième, cinquième et sixième s'attachent seules directement au sternum. Les branches furculaires sont longues, grêles et lamelleuses; elles se soudent par leur extrémité inférieure, comme chez les Effraies, de manière à former un véritable os en V, dont la pointe s'appuie solidement sur l'angle antérieur de la carène sternale, auquel il est rattaché par des ligaments au lieu d'en être plus ou moins écarté, comme chez les autres Rapaces nocturnes.

» Le bassin de l'Héliodile est plus large et plus robuste que celui des *Strix :* il est en accord avec la puissance musculaire des pattes. Les fosses iliaques sont plus profondes, et elles s'étendent en avant et en dehors d'une manière plus prononcée que chez ces oiseaux. Le tibia est plus long et les proportions en sont différentes, car l'extrémité inférieure est plus robuste et le corps de l'os est aussi grêle; la crête péronière est courte et le péroné ne se prolonge pas autant que chez les Chouettes ou les Hiboux. Si l'os de la jambe est plus long que celui de l'Effraie, celui du pied est au contraire plus court; mais ses caractères sont à peu près les mêmes que dans ce dernier genre.

---

dos; celles de la face inférieure, ainsi que les tectrices des ailes et les pennes de la queue, n'en portent qu'une seule située à leur pointe. Les barbes internes des rémiges sont coupées de petites raies noires. Le disque facial est d'une teinte vineuse pâle, la conque auditive est très-développée et pourvue d'un opercule énorme. Longueur totale $0^{m},30$, aile $0^{m},20$, queue $0^{m},107$, bec (en suivant son arête) $0^{m},036$, tarse $0^{m},06$, doigt médian $0^{m},03$, pouce $0^{m},015$.

» D'après ce qui précède, on voit que les mêmes dispositions essentielles du squelette se répètent chez les Effraies et chez l'Héliodile, mais que des particularités ostéologiques importantes nécessitent la séparation générique de ces oiseaux, séparation qui est également motivée par la forme des disques périophthalmiques, qui ne s'unissent pas aussi haut sur la ligne médiane, au-dessus du bec, et par la brièveté des ailes, qui ne dépassent pas la queue. »

PHYSIOLOGIE. — *Les organes périphériques du sens de l'espace.* Note de M. E. Cyon, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans la séance du 10 avril 1876, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie un Mémoire sur les *Rapports physiologiques entre le nerf acoustique et l'appareil moteur de l'œil.* Dans ce Mémoire, j'ai exposé une série de faits nouveaux qui démontrent les relations intimes existant entre les canaux semi-circulaires et les centres d'innervation des muscles de l'œil. Aujourd'hui, je me trouve à même de donner l'explication de la signification physiologique de ces relations. Cette explication contient en même temps la solution du problème posé par les belles recherches de Flourens sur les fonctions des canaux semi-circulaires, et elle nous démontre l'existence d'un nouvel organe des sens ayant une haute importance physiologique. Voici les conclusions de mes recherches :

» I. Les canaux semi-circulaires sont les organes périphériques du sens de l'espace, c'est-à-dire les sensations provoquées par l'excitation des terminaisons nerveuses dans les ampoules de ces canaux servent à former nos notions sur les trois dimensions de l'espace. Les sensations de chaque canal correspondent à une de ces dimensions.

» II. A l'aide de ces sensations, il se forme dans notre cerveau la représentation d'un espace idéal, sur lequel sont rapportées toutes les perceptions de nos autres sens qui concernent la disposition des objets qui nous entourent et la position de notre corps parmi ces objets.

» III. La constatation d'un organe spécial pour le sens de l'espace simplifie singulièrement la discussion pendante entre les représentants des deux théories sur la vision binoculaire : la théorie empiriste de M. Helmholtz et la théorie nativiste de M. E. Hering; elle crée une base neutre sur laquelle ces deux manières de voir pourront être conciliées.

» IV. L'excitation physiologique des terminaisons périphériques particulières à l'organe du sens de l'espace se fait probablement par voie

mécanique à l'aide des otolithes qui se trouvent dans les ampoules; ces otolithes seraient alors mis en vibration par tout mouvement actif ou passif de la tête et peut-être aussi par les ondes aériennes dont la membrane du tympan transmet le mouvement au liquide qui remplit le système des canaux semi-circulaires.

» V. La huitième paire de nerfs cérébraux contient ainsi deux nerfs des sens tout à fait distincts : le *nerf auditif* et le *nerf de l'espace* (*Raumnerv*).

» VI. L'organe central du sens de l'espace preside à la distribution et à la graduation de la force d'innervation, qui doit être communiquée aux muscles pour tous les mouvements des globes oculaires, de la tête et du reste du corps.

» VII. Les troubles qui se manifestent après les lésions des canaux semi-circulaires sont dus :

» *a*. A un vertige visuel, produit par le désaccord entre l'espace vu et l'espace idéal, dont il a été question sous III;

» *b*. Aux fausses notions qui en résultent sur la position de notre corps dans l'espace;

» *c*. Aux désordres dans la distribution de la force d'innervation aux muscles.

» Le développement de ces conclusions, avec les preuves à l'appui, sera très-prochainement donné dans un travail que je prépare pour l'impression [1].

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'évolution des globules rouges dans le sang des animaux supérieurs* (*vertébrés vivipares*). Note de M. G. Hayem, présentée par M. Vulpian.

« Dans un travail récent (*Comptes rendus*, 28 mai 1877), j'ai admis que les petits globules rouges du sang de l'homme, globules qui ne mesurent quelquefois que 2μ de diamètre, sont des éléments jeunes, incomplétement développés. Depuis, les faits que j'ai observés dans le sang des vertébrés ovipares relativement à l'évolution des hématies (*Comptes rendus*, 12 novembre, et *Comptes rendus de la Société de Bio-*

(1) Les expériences que j'ai instituées au sujet de cette question, depuis la communication de mon dernier Mémoire, ont été exécutées en partie dans le laboratoire de M. Claude Bernard, au Muséum d'Histoire naturelle, en partie dans mon laboratoire privé.

logie, 24 novembre 1877) m'ont conduit à penser que ces *globules nains* ne représentent pas la forme la plus jeune des hématies.

» En poursuivant cette étude, je n'ai pas tardé à constater, chez les animaux supérieurs, l'existence d'hématoblastes analogues à ceux que j'ai signalés dans le sang des animaux à globules nucléés.

» Les hématoblastes du sang de l'homme et des vertébrés vivipares sont des éléments très-petits, très-délicats, peu réfringents et à contour peu visible.

» Leur diamètre est, en général, de $1^{\mu},5$ à 3μ; ces éléments sont donc beaucoup plus petits que les hématies adultes; et, pour les voir convenablement, il est nécessaire d'employer des grossissements assez forts.

» Il est possible qu'il y ait des hématoblastes plus petits encore, mais les corpuscules n'atteignant pas $1^{\mu},5$ de diamètre me paraissent d'une détermination difficile et douteuse.

» Ces éléments se distinguent, chez les animaux supérieurs, aussi bien que chez les ovipares, par leur grande altérabilité. Dans le sang pur, immédiatement après qu'ils sont sortis des vaisseaux, ils deviennent épineux, se plissent et ont une tendance à se grouper sous forme d'amas (cette tendance est moins prononcée chez l'homme que chez certains animaux); puis ils subissent plus ou moins rapidement, et d'une manière continue, toute une série de transformations physico-chimiques qui jouent un rôle important dans la formation de la fibrine, ainsi que je le décrirai prochainement dans une Note spéciale.

» Pour en faire facilement l'étude, il suffit de diluer le sang avec du sérum iodé (liquide amniotique iodé), dont on laisse préalablement évaporer l'excès d'iode.

» On aperçoit ainsi, dans la préparation du sang, isolés ou disposés par petits groupes, des éléments très-exigus et délicats, qui tout d'abord deviennent épineux sous l'influence de l'iode, puis reprennent presque tous leur forme normale, qui est déjà le plus souvent nettement *discoïde* et *biconcave*.

» La biconcavité n'est douteuse que pour les plus petits, et je l'ai constatée chez l'homme sur des éléments qui n'avaient pas plus de $1^{\mu},5$ de diamètre environ. Cette biconcavité est donc un caractère précoce, en quelque sorte typique, paraissant correspondre, dans les hématies des animaux supérieurs, à la présence du noyau dans celles des vertébrés ovipares.

» Vus de champ, les hématoblastes ressemblent à un petit bâtonnet et paraissent brillants et réfringents; mais, comme ils sont agités, dans le sérum

iodé, d'un mouvement moléculaire (brownien), il est très-facile de voir le même élément changer d'aspect suivant la face sous laquelle il se présente, et d'un bâtonnet devenir un disque biconcave.

» Dans le sang pur ou dilué avec du sérum iodé, la plupart de ces éléments paraissent incolores ou d'un gris verdâtre pâle. Un certain nombre d'entre eux, et en général les plus gros, sont cependant déjà plus ou moins nettement colorés par de l'hémoglobine; de sorte qu'il existe ainsi des éléments intermédiaires entre les hématoblastes incolores et les globules rouges. Parmi les hématoblastes, et surtout parmi ces éléments intermédiaires, on en trouve souvent qui ont une forme irrégulière : ils sont alors allongés et terminés à l'une de leurs extrémités, rarement à leurs deux pôles, par une pointe plus ou moins longue; mais les éléments pointus sont toujours beaucoup plus rares que dans le sang des vertébrés ovipares.

» En se développant, les hématoblastes deviennent plus colorés, et bientôt ils se comportent comme des globules rouges adultes dont ils ne diffèrent que par la taille. Quelques-uns d'entre eux acquièrent les caractères de véritables globules rouges avant de grossir notablement, et forment ces hématies extrêmement petites, que nous avons décrites sous le nom de *globules nains*.

» Les hématoblastes constituent, chez les animaux supérieurs aussi bien que chez les ovipares, des éléments normaux du sang. Il m'ont toujours paru très-abondants et notablement plus nombreux que les globules blancs.

» A l'état pathologique, et en particulier dans l'anémie, ils présentent des modifications importantes.

» On trouve, en effet, très-fréquemment dans le sang des anémiques, outre les petits globules rouges dont j'ai parlé dans mes Notes antérieures, un grand nombre de petits éléments qui atteignent jusqu'à 4 et 5 μ de diamètre et se comportent encore, dans le sang pur, comme les hématoblastes proprement dits. Ce sont des éléments intermédiaires, encore très-faiblement colorés, présentant souvent un petit prolongement pointu, qui persiste quelquefois quand les éléments sont devenus des hématies adultes, et dont la présence explique les déformations des globules que nous avons décrites dans l'anémie.

» Ces faits pathologiques, que nous devons nous borner à signaler, correspondent à ceux qu'on observe chez les grenouilles rendues anémiques par le procédé de M. Vulpian (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 4 juin 1877).

» En résumé, l'évolution des globules rouges, étudiée dans le sang lui-

même et chez l'adulte, est soumise à une sorte de loi générale qui est la même dans toute la série des vertébrés, et qu'on peut formuler ainsi :

» 1° Les globules rouges proviennent du développement plus ou moins régulier de petits éléments incolores, délicats, très-altérables, se modifiant rapidement dès qu'ils sont sortis des vaisseaux.

» 2° Ces éléments, que j'ai proposé de désigner sous le nom d'*hémato-blastes*, passent par une phase intermédiaire (dont l'étude est facilitée par l'anémie), dans laquelle ils se perfectionnent, grossissent et se colorent jusqu'à ce qu'ils acquièrent, souvent avant d'avoir atteint leur diamètre normal, les caractères des hématies. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Expériences démontrant qu'il y a pendant la vie un ferment figuré dans le sang typhoïde humain.* Note de M. V. **Feltz**, présentée par M. Ch. Robin.

« J'ai cherché, dès 1870, à démontrer, avec M. Coze, par des expériences et par l'observation directe (*Recherches cliniques expérimentales sur les maladies infectueuses*, p. 134 à 174), que le sang contient, dans les cas de fièvre typhoïde, un ferment figuré spécial, rappelant le *bacterium cateluna* et pouvant être considéré comme l'indice d'un commencement de fermentation intra-organique. J'ai eu, tout récemment, une occasion très-favorable de reprendre mes recherches sur ce sujet.

» M. Sizaret, médecin en chef de l'asile d'aliénés de Maréville, m'ayant permis de prendre, sur une malade typhoïde de son service, quelques grammes de sang, j'ai eu recours, pour cette opération, au procédé de M. Pasteur, qui permet de recueillir le sang à l'abri du contact de l'air extérieur, dans des ballons ne renfermant que de l'air purgé par la chaleur de tous germes. La malade succomba quelques jours après la ponction de la veine, avec toutes les lésions intestinales, spléniques et pulmonaires de la pyréxie typhoïde.

» Les 12 et 13 août 1877, je préparai, en adoptant le dispositif instrumental et en suivant minutieusement toutes les règles indiquées par M. Pasteur dans ses remarquables *Études sur la bière* (p. 46, 47 et 48), quatre ballons pour y renfermer de l'air raréfié, mais absolument exempt de germes. Je recueillis dans mon premier ballon quelques centimètres cubes de sang de la veine crurale d'un chien bien portant, en opérant comme l'indique M. Pasteur (p. 49); je fis pénétrer de la même façon, dans mes deuxième et troisième ballons, de l'urine fermentée ammoniacale,

préalablement filtrée sur le vide à travers une couche de 20 centimètres de hauteur de charbon (FELTZ, *Comptes rendus*, 1877, p. 1324); dans le quatrième ballon, enfin, je reçus quelques grammes de sang, la canule de mon instrument étant enfoncée dans la veine basilique de la femme typhoïde du service de M. Sizaret. Immédiatement après chaque récolte de liquide, je remplaçai la fermeture à robinet par l'occlusion, à la lampe, des ballons, que je disposai ensuite dans une étuve à température constante de 30 à 35 degrés.

» En opérant de la sorte, j'ai la certitude que mes différents liquides n'ont pu subir le contact de l'air qu'en avant du robinet de la canule de préhension, inconvénient annihilé par la précaution prise de chauffer la canule très-fort avant chaque opération. Je crois avoir réalisé ainsi toutes les conditions voulues pour la continuation de toute fermentation dépendant d'un ferment existant dans mes liquides mêmes.

» En novembre, j'ouvre successivement mes quatre ballons. Le ballon à sang de chien normal contient un sérum brun clair et un coagulum très-molasse : nulle apparence de membranes zoogléiques à la surface du liquide. Au microscope, je puis constater une quantité énorme de cristaux d'hémoglobine, et de loin en loin quelques corpuscules sanguins ; il m'a été impossible de découvrir la moindre trace d'un ferment figuré; du reste, le sang n'exhale aucune odeur putride.

» Dans les deux ballons renfermant l'urine ammoniacale filtrée, aucun travail de fermentation ne s'est produit, quelques cristaux de formes diverses se sont déposés au fond des ballons. Le microscope ne révèle pas de ferments figurés, preuve qu'ils ont été retenus par mon filtre.

» Le quatrième ballon, à sang typhoïde, répand une odeur *sui generis*, moins pénétrante que celle de la putréfaction; le sérum est brun foncé, le caillot pulvérulent, nulle cristallisation n'est constatée. Le microscope montre quelques globules déformés et une quantité énorme de petits grains ovoïdes, les uns libres, les autres accolés en série de 3, 4 et 5, d'où l'apparence de filaments granuleux, n'ayant pas de mouvements propres, comparables à ceux des bactéries et des vibrions des sangs putréfiés. La réaction de l'ammoniaque, recommandée par M. Robin, donne la certitude qu'il s'agit d'un ferment cryptogamique.

» Les données fournies par l'analyse de mes ballons établissent donc qu'il n'y a eu fermentation que dans un seul réservoir. On ne peut invoquer comme cause l'air renfermé dans ce ballon, car les quatre vases ont été purgés de la même façon. Si la fermentation dépendait des germes suspendus dans l'air des ballons, j'aurais observé des phénomènes analogues dans les trois ballons contenant, comme le quatrième, des liquides très-fermentescibles ; je dois donc attribuer les modifications survenues dans le ballon

typhoïde au liquide contenu, et admettre que celui-ci renfermait un ferment au moment du passage de la veine dans le ballon ([1]).

Conclusions. — 1° Le sang veineux normal, vivant, ne renferme pas de ferments;

2° L'urine ammoniacale peut être débarrassée de son ferment par la filtration sur le vide à travers une couche épaisse de charbon;

3° Le sang typhoïde vivant tient en suspension des germes cryptogamiques, susceptibles de végéter dans des ballons ne renfermant que de l'air pur. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la cause de l'altération spontanée des œufs. Réponse à une réclamation de M. U.* Gayon; par MM. **A. Béchamp** et **G. Eustache.**

« Dans la Note que nous avons eu l'honneur d'adresser à l'Académie ([2]), sur l'altération des œufs provoquée par des moisissures, nous avons voulu mettre en lumière deux points : l'un accessoire, qui est l'action des moisissures sur la matière des œufs et leur pénétrabilité à travers la coque; l'autre, principal, à savoir : le développement d'infusoires dans la masse du jaune, en dehors de l'intervention de tout élément figuré, venu de l'extérieur, et par la seule évolution des éléments figurés constitutifs du jaune.

» M. Gayon ([3]) attaque nos deux conclusions : la première, pour s'en attribuer la priorité; la seconde, pour la rejeter et y substituer la théorie des germes de l'air.

» En parlant des moisissures trouvées dans les œufs, nous n'avons pas eu la prétention de signaler un fait nouveau; nous connaissions les travaux de M. Gayon, que l'un de nous a été amené, par M. Gayon lui-même, à

([1]) Pour éviter davantage toute objection, je me servirai ultérieurement d'un petit appareil dont mon préparateur M. Magnin a eu l'idée, et que j'ai fait construire par M. Gaiffe de Nancy. Il est composé d'un trocart, se mouvant à frottement dur dans un fourreau dont l'extrémité postérieure est toujours hermétiquement fermée par un écrou. A quelques centimètres en arrière de la pointe, vient se souder un tube muni d'un robinet communiquant avec un ballon de Pasteur, fixé lui-même par l'intermédiaire de deux vis à écrou comprimant une rondelle de plomb qui vient se mater sur le col, préalablement dépoli, du ballon. Cet appareil peut être chauffé à de très-hautes températures.

([2]) Séance du 5 novembre 1877.

([3]) *Comptes rendus* du 3 décembre 1877.

combattre à plusieurs reprises [1]. A son tour, M. Gayon connaissait les travaux de M. A. Béchamp, qu'il a cités dans sa thèse, et les observations plus anciennes de Royer et de M. Robin. Le rôle des moisissures comme ferments a été signalé et étudié pour la première fois par M. A. Béchamp, dès avant l'année 1857 [2], et a été de sa part l'objet d'une série de recherches bien avant la thèse de M. Gayon; par conséquent, si une question de priorité pouvait être soulevée au sujet de la présence et de l'action des moisissures des œufs, le résultat ne serait peut-être pas celui qu'indique notre honorable contradicteur.

» Quant au point principal de notre Note, le seul que nous ayons eu réellement en vue en l'adressant à l'Académie, la réfutation qu'on nous oppose tombe d'elle-même, et par la lecture attentive de nos observations et par l'examen de nouveaux faits.

» A notre troisième proposition : la membrane du jaune offre une barrière infranchissable à la pénétration des mucédinées et de tout autre production microzoaire ou microphyte, M. Gayon répond, non par les faits, mais par le raisonnement suivant :

« Cette proposition est beaucoup trop générale, dit-il; car, dans les œufs moisis, on voit souvent le jaune adhérent à la coque, ainsi que M. Panceri l'a observé : je l'ai moi-même constaté; or, l'adhérence est due à un feutrage épais de tubes mycéliens, qui envoient des prolongements jusque dans la masse du vitellus. D'autre part, quand un œuf s'altère, la membrane vitelline perd sa résistance et devient aisément pénétrable aux êtres organisés. »

» Dans notre précédente Note, nous avons établi que, même sur les points où le jaune était adhérent à la coque, les tubes de mycélium étaient simplement appliqués sur la membrane vitelline (dixième œuf), qui était restée intacte et impénétrée. La portion du jaune correspondant aux adhérences est exclusivement formée de matière coagulée en grands lambeaux, *sans que nous y ayions noté les tubes mycéliens ayant traversé cette membrane.* Cette observation est aisément réalisable, car les œufs altérés par les moisissures sont loin d'être rares dans les climats humides du nord de la France. Dans toutes nos observations, il en a été ainsi. Quand nous avons noté la présence de bactéries dans le jaune, le blanc avait été examiné avec soin et n'avait présenté aucune trace d'infusoires; par con-

---

(1) Voir notamment *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 494, 1027, 1359.

(2) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 28, et une série de Notes dans les *Comptes rendus de l'Académie*.

séquent, les infusoires du jaune ne venaient pas de l'extérieur, comme le prétend M. Gayon.

» Le même auteur se fonde, pour contredire notre assertion, sur ce que la membrane vitelline perd de sa résistance quand les œufs s'altèrent, et devient alors aisément pénétrable aux êtres organisés. Quand il s'agit d'une altération par des mucédinées, nous avons démontré qu'il n'en était pas ainsi. Il en est de même, lorsque l'altération et la perte de résistance de la membrane vitelline se produisent dans d'autres conditions, qui sont en quelque sorte plus démonstratives.

» *Observation.* — Nous avons répété une expérience, souvent renouvelée, de M. A. Béchamp Un œuf frais est cassé : le jaune, séparé aussi exactement que possible du blanc et sans déchirure, est placé dans une cuvette en porcelaine remplie d'eau et laissé à découvert dans notre laboratoire, pendant que le blanc est placé à côté, dans les mêmes conditions d'exposition à l'air libre. Au bout de sept jours, nous procédons à l'examen. Le blanc ne renferme pas d'infusoires, malgré les conditions de l'expérimentation, si ce n'est les rares granulations moléculaires qu'on y découvre normalement. Le jaune, gonflé par la pénétration osmotique de l'eau, est devenu opaque et blanchâtre sur toute sa périphérie. L'eau du bain qui l'entoure répand une odeur de putréfaction assez intense et contient d'innombrables infusoires.

» Nous opérons un lavage à grande eau; la membrane vitelline est si friable, qu'elle se rompt à la fin de la manœuvre. La matière du jaune, examinée successivement dans des couches superficielles et profondes, ne renferme que les sphérules vitellines normales et de très-nombreux microzymas, dont quelques-uns sont accolés ensemble, mais se séparent aisément sous le champ du microscope, sans aucune trace d'infusoires, vibrions, ou bactéries. Des préparations avec la potasse et avec l'acide acétique rendraient ce résultat encore plus évident. En prenant de la matière au niveau de la surface externe de la membrane du jaune, nous découvrons quelques très rares bactéries très-grêles ou vibrions. Cette dernière observation nous montrait que les infusoires reposaient directement sur la membrane vitelline, y adhérant en quelque sorte, puisque le lavage ne les en avait pas complétement débarrassées, sans que pour cela son impénétrabilité ait été vaincue.

» De ces faits et de bien d'autres encore, tels que ceux que l'on peut déduire de la constitution de l'ovule dans la vésicule de Graaf, ainsi que l'un de nous l'a déjà fait remarquer, nous sommes amenés à conclure que l'opinion de M. Gayon, qui veut faire provenir du dehors les bactéries, vibrions et autres infusoires qui se développent dans la putréfaction ou la fermentation du jaune de l'œuf, n'est nullement fondée; nous maintenons et affirmons de nouveau les deux principales conclusions de notre Note du 5 novembre, savoir :

» 1° La membrane vitelline est impénétrable à tout organisme venu de l'extérieur.

» 2° La production d'infusoires au sein du jaune de l'œuf ne résulte pas de germes venus du dehors, mais bien, lorsqu'elle a lieu, de l'évolution des microzymas (granulations élémentaires) normaux du jaune, lesquels se transforment d'abord en microzymas accouplés et articulés, et plus tard en bactéries. »

« M. Chasles a l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, les livraisons de septembre, octobre et novembre du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*. Il signale dans la première un travail étendu de M. Paul Mansion intitulé : *Les Mathématiques en Belgique*, en 1871, 1873, 1874, 1875. M. Paul Mansion avait déjà inséré, dans le tome VI du *Bullettino* (juillet 1873), et sous le même titre, un écrit semblable pour l'année 1872. Ce travail se continue dans les numéros actuels de septembre et d'octobre; on trouve ensuite une Table extrêmement étendue des publications scientifiques récentes, en toutes les langues. Le *Bullettino* de novembre contient divers écrits inédits sur le système de l'*Abacus*, c'est-à-dire l'arithmétique décimale avec neuf chiffres prenant des valeurs de position. C'est un ouvrage allemand de M. P. Treutlein, professeur au Gymnase de Karlsruhe, traduit en langue italienne par M. le Dr Alfonso Sparagna. Les neuf chiffres ont la forme et les noms qui se trouvent particulièrement dans un manuscrit de la Bibliothèque de Chartres dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie en 1843 (*Comptes rendus*, t. XVI, p. 218-246); question déjà introduite en 1837 dans l'*Aperçu historique*, p. 464 et suivantes.

» M Chasles fait hommage aussi, de la part de M. le professeur Domenico Chelini, de l'Université de Bologne, d'un Mémoire intitulé : *Sopra alcune questioni dinamiche*, dans lequel l'auteur prend pour point de départ les travaux de Binet, Ampère et Poinsot. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 DÉCEMBRE 1877.

Annuaire pour l'an 1878, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-8°.

Ostéographie des Monotrêmes vivants et fossiles; par P. GERVAIS; 1er fascicule, feuilles 6-7, *Pl. VI, VII, VIII, IX*. Paris, A. Bertrand, 1878; texte in-4°, planches in-folio.

Du pincement des vaisseaux comme moyen d'hémostase; Leçons extraites du second volume des Cliniques chirurgicales du Dr PÉAN. Paris, Germer-Baillière, 1877; in-8° relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Des anneaux colorés thermiques et chimiques; par C. DECHARME. Angers, impr. Lachèse, 1877; br. in-8°.

Recherches sur l'anatomie pathologique des atrophies musculaires; par G. HAYEM. Paris, G. Masson, 1877; in-4°. (Présenté par M. Vulpian pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Comité météorologique de l'Ouest méditerranéen. Bulletin du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général, année 1876. Montpellier, impr. Boehm, 1877; in-4°.

Mesure de l'intensité calorifique de la radiation solaire en 1876; *par* M. A. CROVA. Montpellier, typogr. Boehm, sans date; opusc. in-4°.

Étude sur l'hypertrophie exulcérative du col de l'utérus dans la syphilis secondaire; par V. DE FOURCAULD. Paris, A. Viollet, 1877; br. in-8°. (Adressé au Concours Godard, 1878.)

Système solaire; par FAHRNER; 2e édition. Schlestadt, impr. Helbig, 1877; br. in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t, IX : *Indici degli articoli e dei nomi;* t. X, settembre, ottobre, novembre 1877. Roma, 1877; 4 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

CHELINI, *Sopra alcune questioni dinamiche*. Bologna, tipi Gamberini, 1877; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

ERRATA.

(Séance du 24 décembre 1877.)

Page 1250, ligne 4, *au lieu de* l'expression $\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^4}$, *lisez* l'expression $\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^2}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1877.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXXV.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

J

M

N

O

P

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Quai des Augustins, 55.